

Міністерство енергетики України  
Національна атомна енергогенеруюча компанія  
«Енергоатом»  
ВП «Запорізька АЕС»

**ПОГОДЖЕНО**

Державна інспекція ядерного  
регулювання України

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший віце-президент -  
технічний директор  
ДП «НАЕК «Енергоатом»

«12» XI 2009 р.

**ЗВІТ З ПЕРІОДИЧНОЇ ПЕРЕОЦІНКИ БЕЗПЕКИ  
ЕНЕРГОБЛОКА №5 ВП ЗАЕС**


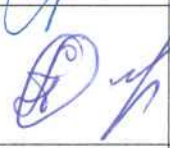

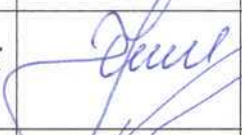





Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5

**21.5.59.ОППБ.00**

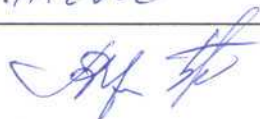
|               |  |
|---------------|--|
| Строк дії до  |  |
| Інвентарний № |  |
| Дата          |  |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Строк дії продовжено до |  |
| Номер сповіщення        |  |
| Дата                    |  |

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

| Посада   | Підпис  | Дата       | Ініціали та прізвище |
|--|---|------------|----------------------|
| Генеральний інспектор - директор з безпеки ДП «НАЕК «Енергоатом»                         |    | 12.11.20   | Д.В.Білей            |
| Заступник генерального інспектора - директор з нагляду за безпекою ДП «НАЕК «Енергоатом» |    | 12.11.20   | О.А.Остаповець       |
| Виконавчий директор з виробництва та ремонтів ДП «НАЕК «Енергоатом»                      |    | 12.11.20   | Т.Ткач               |
| Директор з ядерної та радіаційної безпеки ДП «НАЕК «Енергоатом»                          |    | 12.11.2020 | Н.Ю.Шумкова          |
| Т.в.о. генерального директора ВП ЗАЕС  |   | 11.11.20   | Ю.В.Кульба           |
| Головний інженер (перший заступник генерального директора) ВП ЗАЕС                       |  | 11.11.20   | І.В.Мурашов          |
| Заступник головного інженера з модернізації та управління ресурсом ВП ЗАЕС               |  | 11.11.20   | Ю.О.Чернічук         |
| Заступник головного інженера з ядерної та радіаційної безпеки ВП ЗАЕС                    |  | 11.11.20   | О.І.Ігнатченко       |
| Начальник служби аналізу безпеки ВП ЗАЕС   |  | 11.11.20   | О.О.Депенчук         |

 12.11.2020



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 3  |

## ЗМІСТ

|  |     |
|--|-----|
| ВСТУП .....  | 6   |
| ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ .....  | 7   |
| 1 БАЗОВА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЦІЛІ І ЗАВДАННЯ ЗППБ.....  | 14  |
| 2 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ФАКТОРІВ БЕЗПЕКИ .....   | 17  |
| 2.1 Фактор безпеки №1 «Проект енергоблока» .....   | 17  |
| 2.1.1 Метод і критерії оцінки.....   | 17  |
| 2.1.2 Результати оцінки.....   | 17  |
| 2.1.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-1 «Проект енергоблока».....   | 51  |
| 2.2 Фактор безпеки №2 «Поточний технічний стан систем і елементів енергоблока».....                          | 52  |
| 2.2.1 Метод і критерії оцінки.....   | 52  |
| 2.2.2 Результати оцінки.....   | 54  |
| 2.2.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-2 «Поточний технічний стан систем і елементів енергоблока» .....    | 77  |
| 2.3 Фактор безпеки №3 «Кваліфікація обладнання».....   | 78  |
| 2.3.1 Підходи і обсяг аналізу з фактора «Кваліфікація обладнання» .....                                      | 78  |
| 2.3.2 Результати оцінки.....   | 79  |
| 2.3.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-3 «Кваліфікація обладнання».....                                    | 88  |
| 2.4 Фактор безпеки №4 «Старіння споруд, систем і елементів, важливих для безпеки» .....                      | 89  |
| 2.4.1 Метод оцінки й критерії оцінки.....  | 89  |
| 2.4.2 Результати оцінки.....   | 90  |
| 2.4.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-4 «Старіння споруд, систем і елементів, важливих для безпеки» ..... | 114 |
| 2.5 Фактор безпеки №5 «Детерміністичний аналіз безпеки» .....  | 116 |
| 2.5.1 Метод і критерії оцінки.....   | 117 |
| 2.5.2 Результати оцінки.....   | 120 |
| 2.5.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки» .....                           | 182 |
| 2.6 Фактор безпеки №6 «Імовірнісний аналіз безпеки».....   | 183 |
| 2.6.1 Методи і критерії оцінки.....  | 184 |
| 2.6.2 Аналіз фактора безпеки.....  | 185 |
| 2.6.3 Результати оцінки.....   | 186 |
| 2.6.4 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-6 «Імовірнісний аналіз безпеки» .....                               | 194 |
| 2.7 Фактор безпеки №7 «Аналіз впливу на безпеку енергоблока №5 зовнішніх і внутрішніх подій».....            | 196 |
| 2.7.1 Метод та критерії оцінки .....   | 196 |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.  | ВП ЗАЕС |
|-----------------|--|---------|
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | Стр. 4  |
| 2.7.2           | Результати оцінки.....   | 199     |
| 2.7.3           | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-7 «Аналіз впливу на безпеку енергоблока №5 зовнішніх і внутрішніх подій».....                 | 225     |
| 2.8             | Фактор безпеки №8 «Експлуатаційна безпека».....  | 228     |
| 2.8.1           | Підходи й обсяг аналізу з фактору «Експлуатаційна безпека».....  | 228     |
| 2.8.2           | Результати оцінки.....   | 232     |
| 2.8.3           | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-8 «Експлуатаційна безпека» .....  | 248     |
| 2.9             | Фактор безпеки №9 «Використання досвіду експлуатації інших АЕС і результатів нових наукових досліджень» .....                    | 249     |
| 2.9.1           | Метод і критерії оцінки.....   | 250     |
| 2.9.2           | Результати оцінки.....   | 254     |
| 2.9.3           | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-9 «Використання досвіду експлуатації інших АЕС і результатів нових наукових досліджень» ..... | 263     |
| 2.10            | Фактор безпеки №10 «Організація експлуатації енергоблока і управління виробничими процесами».....                                | 265     |
| 2.10.1          | Метод і критерії оцінки.....   | 265     |
| 2.10.2          | Результати оцінки.....   | 266     |
| 2.10.3          | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-10 «Організація експлуатації енергоблока і управління виробничими процесами» .....            | 271     |
| 2.11            | Фактор безпеки №11 «Експлуатаційна документація» .....   | 273     |
| 2.11.1          | Підходи та обсяг аналізу по фактору «Експлуатаційна документація» ...  | 273     |
| 2.11.2          | Результати оцінки.....   | 274     |
| 2.11.3          | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-11 «Експлуатаційна документація».....   | 286     |
| 2.12            | Фактор безпеки №12 «Людський фактор» .....   | 287     |
| 2.12.1          | Метод і критерії оцінки.....   | 287     |
| 2.12.2          | Результати оцінки.....   | 292     |
| 2.12.3          | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-12 «Людський фактор» .....  | 297     |
| 2.13            | Фактор безпеки №13 «Аварійна готовність і планування».....   | 297     |
| 2.13.1          | Метод і критерії оцінки.....   | 297     |
| 2.13.2          | Результати оцінки.....   | 297     |
| 2.13.3          | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-13 «Аварійна готовність і планування».....  | 310     |
| 2.14            | Фактор безпеки №14 «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище» .....   | 312     |
| 2.14.1          | Підходи і обсяг аналізу по фактору «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище» .....                                       | 312     |
| 2.14.2          | Результати оцінки.....   | 313     |
| 2.14.3          | Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-14 «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище» .....                                    | 335     |

|                  |   |         |
|------------------|---|---------|
| ДП НАЕК          | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                                | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00  |   | Стр. 5  |
| 3                | ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОБЛОКА У ПОНАДПРОЄКТНИЙ ПЕРІОД.....  | 340     |
| 3.1              | Відповідність вимогам діючих НД і можливість безпечної експлуатації енергоблока за цим критерієм з урахуванням компенсуючих заходів ..... | 340     |
| 3.2              | Умови забезпечення безпечної експлуатації енергоблока у понадпроектний період .....   | 353     |
| 3.3              | Оцінка впливу запланованих заходів на рівень безпеки енергоблока .....  | 353     |
| 4                | ПЛАН РЕАЛІЗАЦІЇ КОРИГУЮЧИХ ЗАХОДІВ .....  | 356     |
| 4.1              | Заходи щодо підвищення безпеки .....  | 356     |
| 5                | ВИСНОВКИ ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОБЛОКА №5 ВП ЗАЕС .....  | 372     |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | .....   | 375     |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 6  |

## ВСТУП

Продовження експлуатації енергоблоків АЕС України передбачено державною енергетичною стратегією на період до 2035 року і є пріоритетним напрямком діяльності ДП «НАЕК «Енергоатом».

У період з 2010 по 2020 рік більшість діючих енергоблоків АЕС України вичерпають проєктний термін експлуатації, в зв'язку з чим ДП «НАЕК «Енергоатом» передбачає продовження терміну їх експлуатації не менше ніж на 10 років. У 2011 році термін експлуатації був продовжений для двох найбільш старих українських енергоблоків - 1-го і 2-го енергоблоків ВП «Рівненська АЕС» типу ВВЕР-440. У 2013 році продовжено термін експлуатації першого українського ВВЕР-1000 – енергоблока №1 ВП «Южно-Українська АЕС», у 2015 році енергоблока №2 ЮУАЕС. У 2016 році продовжено термін експлуатації 1-го і 2-го енергоблоків ВП «Запорізька АЕС», у 2017 – енергоблока №3 ВП «Запорізька АЕС», у 2018 році енергоблока №3 ВП «Рівненська АЕС» та енергоблока №4 ВП «Запорізька АЕС». У 2019 році продовжено термін експлуатації 1-го енергоблока ВП «Хмельницька АЕС».

Основною метою періодичної переоцінки безпеки є обґрунтування того, що рівень безпеки енергоблока №5 Запорізької АЕС в понадпроєктний термін експлуатації буде відповідати вимогам діючих норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки.

З метою виконання заходів КзПБ, а також заходів щодо усунення відхилень від НД з ЯРБ в установленому обсязі, продовження терміну експлуатації енергоблока №5 проходить по другому варіанту згідно п. 2 розділу III НП 306.2.210-2017 «Загальні вимоги до управління старінням елементів і конструкцій та довгострокової експлуатації енергоблоків атомних станцій»: «зупинка енергоблока після завершення проєктного строку експлуатації, здійснення організаційно-технічних заходів для продовження експлуатації та поновлення експлуатації».

В основу ЗППБ приймаються проєктні дані і розроблені матеріали з обґрунтування безпеки енергоблока, представлені в ЗАБ енергоблока №5 (ТОБ, ДМАБ, АПА, ІАБ, АЗПА, ЗЗАБ) з урахуванням змін і доповнень, які були реалізовані на енергоблоці після розробок ЗАБ.

Матеріали ЗППБ викладаються в стислому вигляді з посиланнями на результати попередніх досліджень та оцінок безпеки, наведених в ЗАБ.

Інформація, наведена в ЗППБ, в цілому відповідає вимогам НП 306.2.099-2004[5] в частині актуальності даних та відповідає стану енергоблока №5 ЗАЕС на 31.12.2017. Там, де це доцільно і необхідно, інформація наводиться на момент узгодження даного звіту.

У цьому звіті проводиться розгляд «Комплексного аналізу безпеки енергоблока №5», який є зведеним документів всіх факторів безпеки.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 7  |

### ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ

|         |   |  |
|---------|---|--|
| АБ      | - | акумуляторна батарея                                       |
| АВА     | - | аналіз важких аварій                                       |
| АЕС     | - | атомна електростанція                                      |
| АЖЕН    | - | аварійний живильний електронасос                           |
| АЗ      | - | аварійний захист   |
| АЗПА    | - | аналіз запроєктних аварій                                  |
| АК СПЗО | - | армоканти системи попереднього натягу захисної оболонки    |
| АКНП    | - | апаратура контролю нейтронного потоку                      |
| АПА     | - | аналіз проєктних аварій                                    |
| АСКРО   | - | автоматична система контролю радіаційної обстановки        |
| АСРК    | - | автоматична система радіаційного контролю                  |
| АСУ ТП  | - | автоматизована система управління технологічними процесами |
| АХК     | - | автоматичний хімічний контроль                             |
| БВ      | - | басейн витримки  |
| БД      | - | база даних   |
| БКАВ    | - | блочне керівництво аваріями важкими                        |
| БНС     | - | берегова насосна станція                                   |
| БЩУ     | - | блочний щит управління                                     |
| ВАО АЕС | - | всесвітня асоціація операторів АЕС                         |
| ВВЕР    | - | водо-водяний енергетичний реактор                          |
| ВВП     | - | внутрішні вихідні події                                    |
| ВЗ      | - | внутрішні затоплення                                       |
| ВКП     | - | внутрішньокорпусні пристрої                                |
| ВКЦ     | - | внутрішній кризовий центр                                  |
| ВНтаДЕ  | - | відділ надійності та досвіду експлуатації                  |
| ВП      | - | вихідна подія  |
| ВП АЕС  | - | відокремлений підрозділ атомна електрична станція          |
| ВП НТЦ  | - | відокремлений підрозділ науково-технічний центр            |
| ВРП     | - | відкритий розподільчий пристрій                            |
| ВСП     | - | вузол свіжого палива                                       |
| ВТС     | - | виробничо-технічна служба                                  |

| ДП НАЕК                     | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
|-----------------------------|--|---------|
| 21.5.59.ОППБ.00             |  | Стр. 8  |
| ГВ                          | - граничний викид (припустимий викид)  |         |
| ГВТД                        | - група виробничо-технічної документації   |         |
| ГДК                         | - гранична доза концентрації   |         |
| ГЕЗ                         | - глибокоешелонований захист   |         |
| ГЕС                         | - гідроелектростанція  |         |
| ГЄ                          | - гідроємність   |         |
| ГІП                         | - група інженерної підтримки   |         |
| ГО                          | - гермооболонка  |         |
| ГПЗ                         | - гранично-припустиме значення   |         |
| ГПК                         | - головний паровий колектор  |         |
| ГС                          | - граничне скидання (припустиме скидання)  |         |
| ГЦК                         | - головний циркуляційний контур  |         |
| ГЦН                         | - головний циркуляційний насос   |         |
| ГЦТ                         | - головний циркуляційний трубопровід   |         |
| ДАБ                         | - детерміністичний аналіз безпеки  |         |
| ДБС                         | - діагностична блок-схема  |         |
| ДГ                          | - дизель-генератор   |         |
| ДГУ                         | - деталі головного ущільнення  |         |
| ДЕ                          | - досвід експлуатації  |         |
| Держатом-регулювання        | - Державна інспекція атомного регулювання України  |         |
| ДЖЕН                        | - допоміжний живильний електронасос  |         |
| ДЖР                         | - довгоживучі радіонукліди   |         |
| ДІЯРУ                       | - Державна інспекція ядерного регулювання України  |         |
| ДМАБ                        | - додаткові матеріали аналізу безпеки  |         |
| ДНТЦ<br>ЯРБ                 | - Державний науково-технічний центр ядерної й радіаційної безпеки  |         |
| ДП                          | - дерево подій   |         |
| ДП<br>«НАЕК<br>«Енергоатом» | - Державне підприємство «Національна Атомна Енергетична Компанія «Енергоатом»                              |         |
| ДУ                          | - дистанційне управління   |         |
| ЕО                          | - експлуатуюча організація   |         |



| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
|-----------------|--|---------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 9  |
| ЕП              | - експлуатаційний підрозділ  |         |
| ЕРП             | - енергоремонтний підрозділ  |         |
| ЕС              | - експлуатаційний стан   |         |
| ЕЦ              | - електричний цех  |         |
| ЄДС ЦЗ          | - єдина державна система цивільного захисту  |         |
| ЄК              | - Європейська Комісія  |         |
| ЖТН             | - живильний турбонасос   |         |
| ЗАБ             | - звіт з аналізу безпеки   |         |
| ЗАЕС            | - Запорізька атомна електростанція   |         |
| ЗЕВ             | - зовнішній екстремальний вплив  |         |
| ЗЗАБ            | - зведений звіт з аналізу безпеки  |         |
| ЗІЗ             | - засіб індивідуального захисту  |         |
| ЗПА             | - запроектна аварія  |         |
| ЗПБ             | - загальні положення забезпечення безпеки атомних станцій  |         |
| ЗППБ            | - звіт з періодичної переоцінки безпеки  |         |
| ЗРДЕС           | - загальноблочна резервна дизельна електростанція  |         |
| ЗРК             | - запірний регулюючий клапан   |         |
| ЗРПСЗ           | - знижений рівень потужності й стан зупину   |         |
| ЗС              | - зона спостереження   |         |
| ІАБ             | - імовірнісний аналіз безпеки  |         |
| ІАБ-1           | - імовірнісний аналіз безпеки першого рівня  |         |
| ІАБ-2           | - імовірнісний аналіз безпеки другого рівня  |         |
| ІЕ              | - інструкція з експлуатації  |         |
| ІЗП             | - імпульсний запобіжний пристрій   |         |
| ІЛА             | - інструкція з ліквідації аварії   |         |
| ІЛПНЕ           | - інструкція з ліквідації порушень нормальної експлуатації   |         |
| ІОС             | - інформаційно-обчислювальна система   |         |
| ІРГ             | - інертний радіоактивний газ   |         |
| ІС ОПРБ         | - інформаційна система оцінки поточного рівня безпеки  |         |
| ІСУ             | - інтегрована система управління   |         |
| ІЯД             | - Інститут ядерних досліджень  |         |
| КАРМ            | - керівник аварійними роботами на майданчику   |         |
| КВП             | - контрольно-вимірювальні прилади  |         |
| КГО             | - контроль герметичності оболонки  |         |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|--|--|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 10  |
| КЗЗ             | -  | карта зворотного зв'язку                               |
| КЕДОК           | -  | керівництво по діям довгострокового контролю           |
| КзПБ            | -  | комплексна (зведена) програма підвищення рівня безпеки |
| КО              | -  | кваліфікація обладнання                                |
| КР              | -  | корпус реактора  |
| КСЗ             | -  | керівництво серйозних загроз                           |
| КТ              | -  | компенсатор тиску                                      |
| КУВА            | -  | керівництво з управління важкими аваріями              |
| КФБ             | -  | критичні функції безпеки                               |
| КЦ              | -  | кризовий центр   |
| ЛЕП             | -  | лінія електропередач                                   |
| ЛПК             | -  | лабораторно-побутовий корпус                           |
| ЛСБ             | -  | локалізаційна система безпеки                          |
| ЛФ              | -  | людський фактор  |
| МАГАТЕ          | -  | Міжнародне агентство з атомної енергії                 |
| МДГ             | -  | мобільний дизель-генератор                             |
| МНУ             | -  | мобільна насосна установка                             |
| МПА             | -  | максимальна проєктна аварія                            |
| МРЗ             | -  | максимальний розрахунковий землетрус                   |
| НАН             | -  | національна академія наук                              |
| НД              | -  | нормативна документація                                |
| НЕ              | -  | нормальна експлуатація                                 |
| НЗ АЕС          | -  | начальник зміни АЕС                                    |
| НЗЕБ            | -  | начальник зміни енергоблока                            |
| НЗТВ            | -  | начальник зміни турбінного відділення                  |
| НЗ ЦТАВ         | -  | начальник зміни цеху теплової автоматики і вимірювань  |
| НММ             | -  | навчально-методичні матеріали                          |
| НРБУ            | -  | норми радіаційної безпеки України                      |
| НРП             | -  | номінальний рівень потужності                          |
| НС              | -  | надзвичайна ситуація                                   |
| НТД             | -  | нормативно-технічна документація                       |
| НТЦ             | -  | навчально-тренувальний центр                           |
| ОВНС            | -  | оцінка впливу на навколишнє середовище                 |
| ОР              | -  | органі регулювання                                     |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
|-----------------|--|---------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 11 |
| ОТС             | - оцінка технічного стану  |         |
| ПА              | - проєктна аварія  |         |
| ПАТ             | - протиаварійні тренування   |         |
| ПГ              | - парогенератор  |         |
| ПЕД             | - потужність експозиційної дози  |         |
| ПЗ              | - проєктний землетрус  |         |
| ПУБ             | - провідний інженер управління блоком  |         |
| ПУР             | - провідний інженер управління реактором   |         |
| ПУТ             | - провідний інженер управління турбіною  |         |
| ПММ             | - паливно-мастильні матеріали  |         |
| ПНЕ             | - порушення нормальної експлуатації  |         |
| ППЗ             | - прискорений попереджувальний захист  |         |
| ППР             | - планово-попереджувальний ремонт  |         |
| ПС СУЗ          | - поглинаючі стрижні системи управління й захисту  |         |
| ПСЕ             | - продовження строку експлуатації  |         |
| ПСП             | - пароскидальний пристрій  |         |
| ПУХ             | - повітряна ударна хвиля   |         |
| РАВ             | - радіоактивні відходи   |         |
| РАЕС            | - Рівненська атомна електростанція   |         |
| РБ              | - радіаційна безпека   |         |
| РВ              | - реакторне відділення   |         |
| РДЕС            | - резервна дизельна електростанція   |         |
| РТВП            | - резервний трансформатор власних потреб   |         |
| РУ              | - реакторна установка  |         |
| РЦУ             | - резервний щит управління   |         |
| САБ             | - служба аналізу безпеки   |         |
| САОЗ            | - система аварійного охолодження зони  |         |
| САОЗ ВТ         | - система аварійного охолодження зони високого тиску   |         |
| САОЗ НТ         | - система аварійного охолодження зони низького тиску   |         |
| САР             | - система аварійного реагування  |         |
| СБ              | - система безпеки  |         |
| СВБ             | - система важлива для безпеки  |         |
| СВО             | - спецводоочистка  |         |
| СВРК            | - система внутрішньореакторного контролю   |         |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
|-----------------|--|---------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 12 |
| СГО             | - система герметичного огороження  |         |
| СЗЗ             | - санітарно-захисна зона   |         |
| СКМВТ           | - система контролю механічних величин турбіни  |         |
| СОАІ            | - симптомно-орієнтована аварійна інструкція  |         |
| СПН             | - системний підхід до навчання   |         |
| СППБ            | - система представлення параметрів безпеки   |         |
| СРК             | - система радіаційного контролю  |         |
| ССВЯТ           | - сухе сховище відпрацьованого ядерного палива   |         |
| СТП             | - стандарт підприємства  |         |
| СУЗ             | - система управління й захисту   |         |
| СУНРМ           | - служба по управлінню надійністю, ресурсом та модернізацією   |         |
| США             | - Сполучені Штати Америки  |         |
| СЯ              | - система якості   |         |
| ТВ              | - турбінне відділення  |         |
| Твел, твел      | - тепловиділяючий елемент  |         |
| ТВЗ             | - тепловиділяюча збірка  |         |
| ТОБ             | - технічне обґрунтування безпеки   |         |
| ТОіР            | - технічне обслуговування і ремонт   |         |
| ТП              | - технологічні процеси   |         |
| ТРБЕ            | - технологічний регламент безпечної експлуатації   |         |
| ТЗН             | - технічні засоби навчання   |         |
| ТУ              | - технічні умови   |         |
| УБДН            | - Українська база даних надійності обладнання АЕС  |         |
| УКТЗ            | - уніфікований комплекс технічних засобів  |         |
| УММ             | - учбово-методичні матеріали   |         |
| УПАГР           | - управління з питань аварійної готовності й реагування  |         |
| ФБ              | - фактор безпеки   |         |
| ЦРБ             | - цех радіаційної безпеки  |         |
| ЦТАВ            | - цех теплової автоматики і вимірювань   |         |
| ЦТП             | - центр технічної підтримки  |         |
| ЦЩУ             | - центральний щит управління   |         |
| ЧГАВ            | - частота граничного аварійного викиду   |         |
| ЧПАЗ            | - частота пошкодження активної зони  |         |
| ЧПТ             | - частота пошкодження палива   |         |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.         | ВП ЗАЕС |
|-----------------|---|---------|
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                             | Стр. 13 |
| ШЗВК            | - швидкодіючий запірний відсічний клапан                              |         |
| ШРУ-А           | - швидкодіюча редуційна установка скидання пари в атмосферу           |         |
| ШРУ-К           | - швидкодіюча редуційна установка скидання пари в конденсатор турбіни |         |
| ЯБ              | - ядерна безпека  |         |
| ЯПВУ            | - ядерна паровиробляюча установка                                     |         |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 14 |

## 1 БАЗОВА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЦІЛІ І ЗАВДАННЯ ЗППБ

Роботи з продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний термін регламентуються вимогами наступних документів:

- Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» №39/95ВР, зі змінами та доповненнями [1];
- Закон України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» № 1370-XIV, зі змінами та доповненнями [2];
- «Загальні положення безпеки атомних станцій» НП 306.2.141-2008 [3];
- «Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій» НП 306.2.162-2010 [42];
- «Загальні вимоги до продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний строк за результатами здійснення періодичної переоцінки безпеки» НП 306.2.099-2004 [5];
- «Вимоги до структури і змісту звіту з періодичної переоцінки безпеки енергоблоків діючих АЕС». Узгоджено ДКЯРУ вих. №15-32/7040 від 28.12.06, СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6];
- НП 306.2.210-2017 «Загальні вимоги до управління старінням елементів і конструкцій та довгострокової експлуатації енергоблоків атомних станцій» [139].

Відповідно до вимог документів НП 306.2.141-2008 [3] і СОУ-Н ЯЕК 1.004: 2007 [6], періодично, але не рідше, ніж раз в 10 років після початку експлуатації, або на вимогу Держатомрегулювання України експлуатуюча організація здійснює переоцінку безпеки енергоблока. Також, необхідність виконання експлуатуючою організацією періодичної переоцінки безпеки енергоблоків АЕС встановлена в стандартах МАГАТЕ (SF-1 [150], GSR Part 1 (Rev. 1) [151], GSR Part 4 (Rev. 1) [152], SSR-2/1 (Rev. 1) [153], SSR-2/2 [142], SSG-25 [7]) і референтних рівнях Асоціації західноєвропейських ядерних регулюючих органів (WENRA) [154].

Метою цієї переоцінки є визначення:

- відповідності рівня безпеки енергоблока діючим нормам і правилам ядерної та радіаційної безпеки, а також проектної та експлуатаційної документації, звіту з аналізу безпеки та іншої документації, яка вказана в ліцензії на експлуатацію;
- достатності існуючих умов, що забезпечують підтримку належного рівня безпеки енергоблока до наступної періодичної переоцінки, або до терміну припинення його експлуатації;
- переліку і термінів впровадження заходів з підвищення безпеки енергоблока, які необхідні для усунення або послаблення недоліків, виявлених при дослідженні безпеки.

За результатами переоцінки розробляється Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока, який надається в Регулюючий орган. Аналогічний підхід рекомендується відповідними документами SSG 25, МАГАТЕ, Відень (2014 року) [7].

ЗППБ розробляється для кожного енергоблока та охоплює всі аспекти, важливі для безпеки. Енергоблок розглядається як виробничий комплекс, який включає всі установки, споруди та об'єкти, що забезпечують життєдіяльність енергоблока і позначені в ліцензії на право здійснення діяльності «експлуатація ядерної установки».

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 15 |

У цьому звіті представлена інформація, достатня для оцінки поточного стану систем і елементів енергоблока, рівня його безпеки з урахуванням виконаних модернізацій щодо підвищення безпеки та можливості продовження роботи енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

ЗППБ в частині складу і змісту розробляється відповідно до вимог національних нормативних документів [5, 6] і керується вимогами документа МАГАТЕ [7]. ЗППБ складається з 14 факторів безпеки ФБ-1 – ФБ-14. За результатами аналізу факторів безпеки розробляється Комплексний аналіз безпеки, в якому в стислому вигляді наведені результати аналізів ФБ-1 – ФБ-14. У звіті з періодичної переоцінки безпеки аналізуються наступні фактори безпеки:

- ФБ-1 «Проект енергоблока»;
- ФБ-2 «Поточний технічний стан систем і елементів енергоблока»;
- ФБ-3 «Кваліфікація обладнання»;
- ФБ-4 «Старіння споруд, систем та елементів, важливих для безпеки»;
- ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки»;
- ФБ-6 «Імовірнісний аналіз безпеки»;
- ФБ-7 «Аналіз впливу на безпеку енергоблока №5 зовнішніх і внутрішніх подій»;
- ФБ-8 «Експлуатаційна безпека»;
- ФБ-9 «Використання досвіду експлуатації інших АЕС і результатів нових наукових досліджень»;
- ФБ-10 «Організація експлуатації енергоблока і управління виробничими процесами»;
- ФБ-11 «Експлуатаційна документація»;
- ФБ-12 «Людський фактор»;
- ФБ-13 «Аварійна готовність і планування»;
- ФБ-14 «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище».

Кожен фактор безпеки енергоблока №5 представлений у вигляді окремого звіту.

Комплексний аналіз безпеки також оформлений окремим звітом. На основі комплексного аналізу впливу на безпеку факторів безпеки формулюється і обґрунтовується узагальнений висновок про можливість продовження експлуатації енергоблока на термін, який заявляється у комплексному аналізі.

За основу при розробці ЗППБ прийняті проектні, експлуатаційні дані, звіти про перевірки безпеки незалежними організаціями (МАГАТЕ, ВАО АЕС), матеріали з обґрунтування безпеки енергоблока, представлені в ЗАБ енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

Відповідно до вимог вищезгаданих українських НД і стандарту МАГАТЕ матеріали ЗППБ викладені в стислому вигляді з посиланнями на результати попередніх досліджень та оцінок безпеки, наведених у ЗАБ. ЗАБ енергоблока №5 ВП ЗАЕС був узгоджений Держатомрегулювання України.

У ЗППБ показано, що:

- експлуатація енергоблока здійснюється відповідно до його проекту з дотриманням меж і умов безпечної експлуатації, вимог ліцензійних документів і відповідає діючим нормам і правилам ядерної та радіаційної безпеки;

|  |   |         |
|--|---|---------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 16 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• за звітний період були реалізовані заходи з реконструкції та модернізації систем і елементів енергоблока, спрямовані на підвищення його безпеки, з відповідними коригуваннями проєктної документації та експлуатаційних процедур;</li> <li>• розроблена і ефективно реалізується програма управління старінням споруд, систем та елементів енергоблока, і виконано обґрунтування того, що їх реальний технічний стан забезпечує безпечну експлуатацію енергоблока у понадпроєктний період;</li> <li>• за виявленими невідповідностями вимогам чинних норм і правил ядерної та радіаційної безпеки реалізовані і заплановані заходи щодо усунення або послаблення цих невідповідностей;</li> <li>• реалізовані на енергоблоці і АЕС в цілому експлуатаційні процедури, схеми адміністративного управління, відомчого нагляду, система якості відповідають принципам безпеки і забезпечують ефективне виконання експлуатуючою організацією і адміністрацією АЕС функцій, передбачених законом України №39/95-ВР і відповідним нормативно-правовим актам;</li> <li>• фактичний вплив експлуатації енергоблока на персонал, населення і навколишнє середовище не перевищує критеріїв і кордонів радіаційної та екологічної безпеки, встановлених нормативними документами;</li> <li>• існуючі умови і реалізація намічених планів підвищення безпеки забезпечують необхідний рівень безпеки експлуатації енергоблока у понадпроєктний період.</li> </ul> <p>На основі комплексного аналізу безпеки сформований і обґрунтований узагальнений висновок про технічну можливість продовження експлуатації енергоблока в понадпроєктний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки безпеки.</p> |   |         |



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 17 |

## 2 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ФАКТОРІВ БЕЗПЕКИ

### 2.1 Фактор безпеки №1 «Проект енергоблока»

Метою аналізу даного фактора безпеки є встановлення відмінностей проєктної документації від поточного стану енергоблока, визначення відповідності проєкту й проєктної документації вимогам діючих національних і міжнародних норм і правил ЯБ і РБ.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ «21.5.59.ОППБ.01 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Энергоблок №5. Фактор безопасности №1. Проект энергоблока» [9].

#### 2.1.1 Метод і критерії оцінки

При розробці ЗППБ застосовується метод експертної оцінки на основі порівняльного аналізу за наступними критеріями:

- відповідність проєкту енергоблока національним нормам і правилам з ядерної і радіаційної безпеки, а також міжнародним стандартам з безпеки;
- наявність розроблених планів заходів експлуатуючої організації з усунення виявлених відхилень проєкту від вимог НТД;
- наявність на АЕС комплекту технічної документації, яка необхідна для забезпечення безпечної експлуатації енергоблока; забезпечення надійного зберігання технічної документації й підтримки її в актуальному стані; наявність системи керування документацією; наявність планів експлуатуючої організації щодо відновлення відсутньої документації;
- наявність у проєкті енергоблока реалізованих технічних і адміністративних заходів щодо захисту персоналу, населення й навколишнього середовища від радіаційної небезпеки;
- забезпечення реалізації стратегії глибокоешелонованого захисту, заснованої на застосуванні системи фізичних бар'єрів на шляху поширення іонізуючого випромінювання й радіоактивних речовин, і наявність заходів щодо захисту й підтримки ефективності цих бар'єрів;
- відповідність концепції безпеки сучасним національним і міжнародним вимогам для енергоблоків що експлуатуються;
- наявність плану заходів щодо усунення виявлених дефіцитів безпеки, який показує, що в період понадпроєктної експлуатації стан систем, споруджень і елементів буде відповідати проєктним вимогам з урахуванням запланованих модернізацій, реконструкцій і досліджень.

#### 2.1.2 Результати оцінки

##### 2.1.2.1 Нормативно-технічна база проєкту енергоблока й проєктна концепція його безпеки

*Нормативна база розробки проєкту енергоблока*

У якості нормативної бази, на підставі якої розроблявся первісний проєкт енергоблока, використовувалися нормативні документи, що діяли в той час у Радянському Союзі, основні з яких наведені нижче:

- ОПБ-82. Общие положения обеспечения безопасности атомных электростанций при Проектировании, строительстве и эксплуатации;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 18 |

- ПБЯ-04-74. Правила ядерной безопасности атомных электростанций. Атомиздат;
- НРБ-76. Нормы радиационной безопасности. М.Энергоиздат;
- СП-АЭС-79. Санитарные правила Проектирования и эксплуатации атомных электростанций. М.Энергоиздат;
- ОСП-72/80. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений. М.Энергоиздат;
- Нормы расчета на прочность элементов реакторов, парогенераторов, сосудов и трубопроводов атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок, 1973г.;
- Нормы расчета на сейсмические воздействия. Временная методика расчета на хрупкую прочность;
- РТМ 108.020.01-75. Расчет трубопроводов атомных электростанций на прочность;
- ВСН-15-78. Временные нормы Проектирования атомных энергетических установок для сейсмических районов.

За роки будівництва та експлуатації енергоблока в Україні періодично вводилися в дію нові нормативні документи з більш сучасними вимогами до безпеки АЕС із урахуванням накопиченого досвіду. Наприклад: «Загальних правил безпеки АЕС» за час будівництва та експлуатації енергоблока вийшло кілька редакцій: ОПБ-88; ЗПОБ-2000 (НП 306.1.02 / 1.034-2000); ОПБ-2008 (НП 306.2.141-2008).

Перелік нормативних документів з безпеки АЕС, що діють в даний час в Україні, наведено в розділі 2.1.1 ФБ-1 [9].

При виконанні оцінки проекту енергоблока враховується наступний фактор: за роки експлуатації на енергоблоці було виконано велику кількість модифікацій, спрямованих на підвищення безпеки енергоблока, приведення характеристик його систем, конструкцій і елементів у відповідність до вимог сучасних нормативних документів. Проекти на зазначені модифікації виконувалися відповідно до вимог діючих на момент їх розробки нормативних документів. З цього випливає, що проект енергоблока постійно вдосконалювався і приводився у відповідність до вимог нових нормативних документів, шляхом реалізації спеціальних заходів.

З урахуванням вищесказаного в 21.5.59.ОБ.05 «Технічне обґрунтування безпеки. Блок №5. Запорізька АЕС»[10] зазначено, що проект енергоблока спочатку виконаний відповідно до «Загальних положень забезпечення безпеки атомних електростанцій при проектуванні, спорудженні та експлуатації» (ОПБ-82), а в даний час в основному відповідає вимогам нині діючих «Загальних положень безпеки атомних станцій» НП 306.2.141-2008 [3]. Але є окремі відхилення проекту енергоблока №5 від вимог цих правил. На підставі аналізу відхилень проекту від вимог НТД розроблені заходи щодо їх усунення, які включені в «Комплексну (зведену) програму підвищення безпеки енергоблоків АЕС України», введеної в дію спільним наказом № 517/172 МЕТП України та ДКЯР України від 07.12.2010. Більш детально відхилення проекту енергоблока від вимог діючої НТД розглянуті в розділі 2.3.3 ФБ-1 [9] і Табл. 3.1 даного звіту.

Крім діючих національних правил з безпеки, проект енергоблока №5 в звіті ФБ-1 [9] оцінюється також на предмет відповідності вимогам Стандарту МАГАТЕ, «Безпека атомних електростанцій: Проектування», No. SSR-2/1. [153] (див. [9, п. 2.1.2]).

Проектна концепція безпеки являє собою сукупність:

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 19 |

- критеріїв, яким повинен задовольняти радіаційний вплив АС на персонал, населення, навколишнє середовище в умовах нормальної експлуатації, під час проєктних і запроєктних аварій;
- принципів, за допомогою яких досягаються встановлені критерії безпеки;
- технічних заходів і організаційних заходів, прийнятих для забезпечення безпеки АС на стадіях проєктування, будівництва, монтажу, пуску, експлуатації й виводу з експлуатації АС.

Критеріями безпеки для діючих енергоблоків АЕС, відповідно до п. 4.1.1 НП 306.2.141-2008 [3], є:

- неперевищення оцінного значення частоти важкого ушкодження активної зони, рівного  $10^{-4}$  на реактор на рік;
- неперевищення значення частоти граничного аварійного викиду радіоактивних речовин у навколишнє природне середовище рівного  $10^{-5}$  на реактор на рік.

### **2.1.2.2 Проєктна концепція безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС**

Безпека АЕС - властивість не перевищувати встановлені межі радіаційного впливу на персонал, населення і навколишнє середовище при нормальній експлуатації АЕС, порушеннях нормальної експлуатації і проєктних аваріях, а також обмежувати радіаційний вплив при запроєктних аваріях.

Пунктом 3.1.1 НП 306.2.141-2008 «Загальних положень безпеки атомних станцій» визначено, що «базовою метою безпеки АЕС є захист персоналу, населення і навколишнього середовища від неприпустимого радіаційного впливу при введенні в експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації АЕС». Згідно з пунктом 3.1.2 цих же правил: «Базова мета безпеки АЕС досягається шляхом реалізації радіологічної і технічної цілей безпеки».

Радіологічний мета - це неперевищення встановлених санітарними нормами меж радіаційного впливу на персонал, населення і навколишнє середовище при нормальній експлуатації, порушеннях нормальної експлуатації і проєктних аваріях. При цьому необхідно забезпечити умови, щоб вказаний радіаційний вплив знаходився на мінімально можливому рівні з урахуванням економічних і соціальних факторів.

Технічна мета - це реалізація технічних і організаційних заходів, спрямованих на запобігання аварій на АЕС і обмеження їх наслідків. При цьому, радіаційні наслідки аварій, що враховуються в проєкті, не повинні перевищувати встановлені нормативними документами межі. Слід прагнути до того, щоб ймовірність важких аварій була надзвичайно мала і відповідала критеріям п.4.1.1. «Загальних положень безпеки атомних станцій».

АЕС задовольняє вимогам безпеки, якщо в результаті вжитих в проєкті технічних і організаційних заходів досягнута базова мета безпеки - захист персоналу, населення та навколишнього природного середовища від неприпустимого радіаційного впливу при експлуатації.

Проєктна концепція безпеки повинна забезпечувати досягнення базової мети безпеки АЕС, за допомогою реалізації дотримання критеріїв безпеки.

Концепція безпеки, закладена при первинному проєктуванні в проєкт енергоблока і потім розвинена в ході проєктування і виконання модифікацій енергоблока, являє собою сукупність:

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 20 |

- критеріїв, яким має задовольняти радіаційний вплив АЕС на персонал, населення, навколишнє середовище в умовах нормальної експлуатації, при проєктних і за-проєктних аваріях;
- принципів, за допомогою яких досягаються встановлені критерії безпеки;
- технічних заходів і організаційних заходів, що використовуються для забезпечення безпеки АЕС на стадіях проєктування, будівництва, монтажу, пуску, експлуатації і виведення з експлуатації АЕС.

#### **Основні критерії забезпечення безпеки**

Критеріями безпеки для діючих енергоблоків АЕС, відповідно до п. 4.1.1 [3], є:

- неперевищення оцінного значення частоти важкого пошкодження активної зони, рівного  $10^{-4}$  на реактор в рік;
- неперевищення значення частоти граничного аварійного викиду радіоактивних речовин в навколишнє природне середовище для діючих АЕС встановлюється на рівні не більше  $10^{-5}$  на реактор в рік.

Критерій безпеки по ліміту дози суммарного (внутреннього и внешнего) облучения, в соответствии с НРБУ-97 [13]:

| Найменування  | Категорія осіб, що опромінюються |    |    |
|---|----------------------------------|----|----|
|   | А                                | Б  | В  |
| LD <sub>E</sub> (ліміт ефективної дози), мЗв/год      | 20                               | 2  | 1  |
| Ліміт еквівалентної дози для кришталика очей, мЗв/год | 150                              | 15 | 15 |
| Ліміт еквівалентної дози для шкіри, мЗв/год           | 500                              | 50 | 50 |
| Ліміт еквівалентної дози для кистей і стоп, мЗв/год   | 500                              | 50 | -  |

Для відповідних радіаційно-ядерних об'єктів встановлюється квота ліміту дози опромінення. На підставі квоти ліміту дози для кожного об'єкта встановлюються допустимі скиди (ДС) і допустимі викиди (ДВ). Для АЕС величини квоти ліміту дози, відповідно до [13]:

| Радиационноядерный объект | Викиди:  |      | Сбросы:   |      | Суммарна квота DL <sub>E</sub> за рахунок повітряного і водних шляхів формування дози |      |
|---------------------------|--|------|---|------|---|------|
|                           | квота DL <sub>E</sub> за рахунок усіх шляхів формування дози |      | квота DL <sub>E</sub> за рахунок критичного виду водокористування |      |   |      |
|                           | %  | мкЗв | %   | мкЗв | %   | мкЗв |
| АЕС, АТЕЦ, АСТ            | 4  | 40   | 1   | 10   | 8   | 80   |

Одним з основних принципів безпеки АЕС є послідовна реалізація в проєкті АЕС стратегії глибоко ешелонованої захисту, заснованої на застосуванні:

- системи фізичних бар'єрів на шляху поширення іонізуючого випромінювання та радіоактивних речовин в навколишнє середовище;
- системи технічних і організаційних заходів щодо захисту фізичних бар'єрів і збереження їх ефективності, з метою захисту персоналу, населення та навколишнього середовища.

Реалізація стратегії глибоко ешелонованої захисту в проєкті енергоблока розглянута в п.2.1.2.4 цього Звіту.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 21 |

### **2.1.2.2.1 Реалізація в проєкті енергоблока заходів щодо захисту персоналу, населення й навколишнього середовища від радіаційної небезпеки**

Відповідно до нині діючого нормативного документу НП 306.2.141-2008 [3]: «АЕС задовольняє вимогам безпеки, якщо в результаті прийнятих у проєкті технічних і організаційних заходів досягнута базова мета безпеки – захист персоналу, населення й навколишнього природного середовища від неприпустимого радіаційного впливу при експлуатації».

У проєкті енергоблока №5 реалізовані технічні й організаційні заходи щодо захисту персоналу, населення й навколишнього середовища від радіаційної небезпеки (зовнішнього й внутрішнього опромінення й радіаційного забруднення), описані в 21.5.59.ОБ.05 «Техническое обоснование безопасности. Блок №5. Запорожская АЭС» Книга 6 [10].

Радіаційний захист забезпечується сукупністю радіаційно-гігієнічних, проєктно-конструкторських, технічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення радіаційної безпеки.

Під час проєктування комплексу систем радіаційного захисту й систем забезпечення радіаційної безпеки захист персоналу й населення від впливу іонізуючих випромінювань при експлуатації забезпечується низкою таких технічних і організаційних рішень, як:

- створення екранів біологічного захисту;
- створення замкнених контурів з радіоактивними середовищами;
- створення проміжних контурів охолоджуючої води;
- створення організованого збору й очищення радіоактивних протікань;
- створення організованого збору й зберігання в проміжних спецховищах твердих і рідких радіоактивних відходів;
- підтримка радіаційно-кліматичних умов у виробничих приміщеннях системами вентиляції;
- використання індивідуального встаткування для захисту експлуатаційного персоналу;
- поділ виробничих приміщень на зони суворого й вільного режимів;
- створення герметичної частини в апаратному відділенні для утримання активності, що виділилася, під час виникнення аварійних ситуацій;
- організація санітарно-захисної зони навколо атомної станції;
- системи безпеки атомної станції (надійне електропостачання, устаткування САОЗ, спринклери, герметична оболонка РВ АЕС та ін.);
- організація радіаційного контролю та ін.

Радіаційний захист містить у собі:

- екрани біологічного захисту;
- герметичні приміщення зони строгого режиму;
- приточно-витяжні вентиляційні системи;
- фільтри установок спецводоочистки й систем спецвентиляції;
- спецховища сухих і рідких радіоактивних відходів;
- санпропускники;
- систему радіаційного контролю;
- системи безпеки атомної станції (надійне електроживлення, устаткування САОЗ, спринклери, герметична оболонка реакторного відділення атомної станції та ін.);

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 22 |

- вентиляційну трубу та ін.

В 21.5.59.ОБ.05 «Техническое обоснование безопасности. Блок №5. Запорожская АЭС» Книга 6 [10] описано проектну систему радіаційного контролю.

У даний момент виконується модернізація (реконструкції) вимірювальної інформаційної системи «Кільце», з метою використання апробованої інженерно-технічної практики для вдосконалювання радіаційного контролю навколишнього середовища й радіаційного захисту населення.

Передбачені проектом енергоблока заходи щодо захисту від радіаційного впливу відповідають вимогам діючих національних правил з безпеки України.

### **2.1.2.3 Проектні величини граничного ушкодження тепловиділяючих елементів і межі радіологічного аварійного впливу на персонал і населення**

Згідно з додатком 1 до НП 306.2.145-2008 [11] у проєкт АЕС закладені наступні величини граничного ушкодження твелів:

1 Експлуатаційна межа ушкодження твелів за рахунок утвору мікротріщин з дефектом типу газової нещільності оболонки не повинен перевищувати 0,2 % твелів і 0,02 % твелів при прямому контакті ядерного палива з теплоносієм.

2 Межа безпечної експлуатації з кількості й характеру дефектів твелів становить 1 % твелів з дефектами типу газової нещільності й 0,1 % твелів, для яких має місце прямий контакт теплоносія і ядерного палива.

3 Максимальна проектна межа ушкодження твелів відповідає неперевищенню кожного з наступних граничних параметрів:

- температура оболонок твелів – 1200 °С;
- локальна глибина окиснення оболонок твелів – 18 % від граничної товщини оболонки;
- частина цирконію, що прореагував – 1 % від його маси в оболонках твелів.

Як відзначено в ЗАБ, в аварійних ситуаціях з великою втратою теплоносія, включаючи максимальну проектну аварію, при прийнятих у проєкті умовах і проектних характеристиках системи САОЗ забезпечують:

- неперевищення температури палива, температури плавлення двоокису урана;
- неперевищення температури оболонок твелів у жодній точці активної зони значення 1200 °С;
- неперевищення величини локального окиснення оболонок твел значення 18% від первісної товщини оболонки;
- неперевищення окиснення цирконію величини 1% від загальної маси його в активній зоні;
- переведення активної зони в підкритичний стан і підтримка в цьому стані;
- післяаварійне розхолодження активної зони.

Виходячи із цього, можна сказати, що вимоги документа НП 306.2.145-2008 [10] виконуються. Максимальні температури палива й оболонки найбільше теплонапруженого твела не перевищують значень для нормальних умов експлуатації. Пароцирконієва реакція відсутня протягом усього аварійного режиму. Криза теплообміну на поверхні твела не виникає (більш докладно див. у розділі 3.2.1.2.7 21.5.59.ОБ.05. «Техническое обоснование безопасности. Блок №5. Запорожская АЭС». Книга 2 [34]).

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 23 |

Межі радіологічного аварійного впливу на персонал і населення при розробці проекту енергоблока прийняті наступні:

- зона «суворого» режиму;
- санітарно-захисна зона – 2.5 км;
- зона спостереження – 30 км.

Необхідно відзначити, що з метою приведення проекту АЕС у відповідність до вимог НП 306.2.173-2011 «Вимоги щодо визначення розмірів і меж зони спостереження атомної електричної станції» виконана робота по уточненню розмірів зони спостереження Запорізької АЕС. Вимоги НП 306.2.173-2011 виконані шляхом розробки окремого звіту «Уточнение размера зоны наблюдения ЗАЭС в рамках периодической переоценки безопасности» (узгоджений вих.ДІЯРУ №15-11/3-5383 від 19.08.2014).

Відповідно до вимог СП АС-88 [12] у проекті енергоблока закладено, що значення еквівалентних індивідуальних доз під час максимальної проектної аварії (при найбільш несприятливих погодних умовах) на межі санітарно-захисної зони й за її межами не повинні перевищувати:

- 0,3 Зв/рік (30 Бер/рік) на щитовидну залозу дитини за рахунок інгаляції;
- 0,1 Зв/рік (10 Бер/рік) на все тіло за рахунок зовнішнього опромінення.

Значення очікуваної дози опромінення щитовидної залози дітей (друга вікова група), що знаходяться на відкритій місцевості, при найгірших метеорологічних умовах розсіювання аварійного викиду в атмосфері для широкого діапазону значень постійного витоку радіонуклідів з-під захисної оболонки реактора (від 0,3% до 3% об'єму захисної оболонки на добу) і діапазону висот викиду (від рівня поблизу землі до 100м) при МПА на енергоблоках з ВВЕР-1000 Запорізької АЕС, що працюють на номінальній потужності, нижче рівня безумовної виправданості для невідкладних контрзаходів.

При будь-яких умовах розсіювання аварійного викиду, для всіх висот джерела і постійних витоків радіонуклідів з-під захисної оболонки реактора очікувана доза опромінення щитовидної залози дитини, що проживає за межами 6 км зони від аварійного енергоблока буде нижче рівня безумовної виправданості для невідкладних контрзаходів (НРБУ-97 [13]).

Відповідно до НРБУ-97 [13] оцінці підлягають наступні дозові показники за перші два тижні після аварії:

- ефективна доза опромінення всього тіла (зовнішнє й внутрішнє за рахунок інгаляції);
- еквівалентна доза опромінення щитовидної залози;
- еквівалентна доза опромінення шкіри.

За межами зони спостереження ВП ЗАЕС значення дози опромінення щитовидної залози дитини будуть нижче 30 бер для всіх розглянутих варіантів РДА на енергоблоці з ВВЕР-1000.

### ***Результати аналізу проектних аварій на номінальному рівні потужності***

Радіаційний вплив від енергоблока на персонал, населення і навколишнє середовище при нормальній експлуатації і при проектних аваріях не призводить до

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 24 |

перевищення встановлених величин - відбувається обмеження наслідків аварії встановленими для таких аварій системами.

#### **2.1.2.4 Принцип глибокоешелонованого захисту в проєкті енергоблока**

Проєкт енергоблока №5 ВП ЗАЕС, виконаний згідно з ОПБ-82 з дотриманням принципів безпеки, у тому числі й принципу реалізації стратегії глибокоешелонованого захисту, заснованої на застосуванні системи фізичних бар'єрів на шляху поширення іонізуючого випромінювання й радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

Система фізичних бар'єрів енергоблока №5 включає:

- перший бар'єр - паливна матриця;
- другий бар'єр - оболонки тепловиділяючих елементів;
- третій бар'єр - межа першого контуру;
- четвертий бар'єр - герметичне огороження локалізаційних систем безпеки (захисна оболонка);
- п'ятий бар'єр – біологічний захист.

Стратегія глибокоешелонованого захисту передбачає систему технічних і організаційних заходів щодо захисту фізичних бар'єрів.

Згідно з вимогами п.5.3.4. НП 306.2.141-2008 [3] стратегія глибокоешелонованого захисту реалізовується на п'ятих рівнях:

- Рівень 1. Запобігання порушень нормальної експлуатації;
- Рівень 2. Забезпечення безпеки при порушеннях нормальної експлуатації й запобігання аварійних ситуацій;
- Рівень 3. Запобігання й ліквідація аварій;
- Рівень 4. Керування запроєктними аваріями;
- Рівень 5. Аварійна готовність і реагування.

Основними цілями реалізації стратегії глибокоешелонованого захисту є своєчасне виявлення і усунення чинників, що призводять до порушення нормальної експлуатації, виникнення аварійних ситуацій, запобігання їх переростання в аварії, а також обмеження і ліквідація наслідків аварій (п.5.3.3 НП 306.2.141-2008 [3]).

Експлуатація енергоблока відбувається в межах нормальної експлуатації, встановлених і обґрунтованих в технічному проєкті АЕС (рівень 1). При відхиленні від меж нормальної експлуатації енергоблок повертається в регламентований експлуатаційний стан автоматично системами нормальної експлуатації, за допомогою автоматичних регуляторів, блокувань, автоматичного включення резервних механізмів. В разі відмови автоматики цю задачу виконує персонал за допомогою засобів дистанційного керування, керуючись показаннями сигналізації, контрольно-вимірювальною апаратурою, експлуатаційними процедурами (рівень 2). Якщо порушення нормальної експлуатації не ліквідовано, на рівні 2, то для запобігання розвитку аварії в дію автоматично вступають системи безпеки (рівень 3). Кількість, принцип дії і продуктивність систем безпеки вибираються, виходячи з принципів одиначної відмови, резервування, незалежності, різноманітності, фізичного поділу. Запуск і робота систем безпеки повністю автоматизовані, втручання персоналу в роботу систем безпеки до досягнення безпечного стану реакторної установки заборонено технічними та адміністративними заходами.

При відмові третього рівня захисту аварія класифікується як запроєктна, на цьому рівні для управління аварією передбачені спеціальні керівництва, управління переходить від оперативного персоналу до Штабу управління аварією (рівень 4). Якщо і четвертий



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 25 |

рівень захисту виявився нездатним запобігти наднормативний радіаційний вплив на населення, то вступає в дію аварійний план, згідно з яким одночасно з керуванням аварією виконуються захисні заходи для персоналу і населення, при необхідності виконується евакуація населення із зони радіаційного ураження.

Відповідно до принципу глибокоешелонованої захисту в проєкті АЕС повинні бути передбачені системи і елементи безпеки, призначені для:

- аварійного зупину реакторної установки і тримання реактора в підкритичному стані;
- аварійного відведення тепла;
- запобігання або обмеження поширення радіоактивних речовин, що виділяються при аваріях за передбачені проєктом межі.

Реалізація 1-го рівня глибокоешелонованого захисту включає вимогу про консервативний підхід при проєктуванні і високоякісному спорудженні. Проєкт енергоблока №5 виконано на основі консервативного підходу.

Консервативний підхід до проєкту в цілому полягає в наступному:

- Енергоблок спроектований таким чином, що системи та елементи, важливі для безпеки, виконують свої функції в установленому проєктом обсязі як в умовах нормальної експлуатації, так і в умовах, що виникають в результаті проєктних аварій з накладанням впливів природних явищ (землетрусів, ураганів, повеней). Крім того в проєкті враховані впливи від струменів, ударних хвиль, предметів, що летять.

- Проєкт будівельних конструкцій герметичного об'єму, включаючи оболонку, виконаний для випадку поєднання навантажень при проєктному землетрусі (ПЗ) з максимальною проєктною аварією (МПА) (0,5 МПа [абс], 150 °С).

- Обладнання та трубопроводи систем безпеки спроектовані таким чином, щоб забезпечувалося виконання ними заданих функцій в разі поєднання МПА і максимального розрахункового землетрусу (МРЗ).

- Передбачені проєктом системи безпеки забезпечують безпеку при будь-якій проєктній аварії з урахуванням залежної відмови одного з каналів систем безпеки, пов'язаного з руйнуванням кінцевих ділянок трубопроводів захисних систем або розриву петлі ГЦК, в яку вриваються захисні системи безпеки. Враховується незалежна від вихідної події відмова одного активного або пасивного елемента, що має механічні рухомі частини.

- Прийняті в проєкті межі безпечної експлуатації представляють собою крайні значення змінних параметрів, які вказують на те, що відповідно до консервативного аналізу можуть початися небажані або неприйнятні пошкодження станції. Аварійні уставки представляють собою менш небезпечні значення змінних, які, якщо вони будуть досягнуті в результаті якої-небудь експлуатаційної події, неправильного функціонування чи відмови обладнання, приведуть до активації автоматичних захисних дій.

Проєктом для енергоблока №5 ВП ЗАЕС передбачені системи безпеки, які призначені для:

- аварійного зупину реактора;
- підтримки його в підкритичному стані;
- аварійного відведення тепла;
- утримання радіоактивних продуктів.

Передбачені проєктом системи безпеки забезпечують безпеку при будь-якій проєктній аварії з огляду на таке:

|   |   |         |
|---|---|---------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 26 |
| <p>• враховується залежна відмова одного з каналів систем безпеки, пов'язана з руйнуванням кінцевих ділянок трубопроводів захисних систем або розрив петлі ГЦК, в яку врізаються захисні системи безпеки;</p> <p>• враховується незалежна від вихідної події відмова одного активного елемента або пасивного елемента, що має механічні рухомі частини;</p> <p>• враховується, що із загальної кількості врахованих проектом вихідних подій, не пов'язаних між собою причинно-наслідковими зв'язками, одночасно може статися не більше одної.</p> <p>Враховуючи, що НП 306.2.141-2008 [3] вимагають додатково до зазначеного вище розглядати невиявлені відмови неконтрольованих при експлуатації атомної станції елементів, в проєкті не використовуються елементи систем безпеки, які не можуть бути проконтрольовані при експлуатації АЕС.</p> <p>Для виконання критеріїв безпеки, і відповідно до вимог НП 306.2.141-2008 [3] всі системи безпеки виконані по каналному принципу.</p> <p>Всі системи безпеки енергоблока виконані з урахуванням наступних основних принципів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• незалежності - принцип підвищення надійності системи шляхом застосування функціонального та/або фізичного поділу каналів та/або елементів, для яких відмова одного каналу та/або елемента не призводить до відмови іншого каналу та/або елемента;</li> <li>• різноманітності - принцип підвищення надійності систем шляхом застосування в різних системах (або в межах однієї системи в різних каналах) різних засобів і / або аналогічних засобів, заснованих на різних принципах дії, для здійснення заданої функції;</li> <li>• резервування - принцип підвищення надійності систем шляхом застосування структурної, функціональної, інформаційної та тимчасової надлишковості по відношенню до мінімально необхідного і достатнього для виконання системою заданих функцій об'єму.</li> </ul> <p>Кожен канал складається з трьох функціональних груп захисних, локалізуючих, забезпечуючих і керуючих систем безпеки.</p> <p>Захисні системи призначені для запобігання або обмеження пошкодження ядерного палива, обладнання та трубопроводів, що містять радіоактивні речовини. Локалізуючі системи безпеки призначені для запобігання або обмеження поширення радіоактивних речовин, що виділяються при аваріях та іонізуючого випромінювання за передбачені проектом межі, і їх виходу в навколишнє середовище. Керуючі системи безпеки призначені для ініціювання дій систем безпеки, здійснення контролю та управління ними в процесі виконання заданих функцій. Забезпечуючі системи призначені для постачання систем безпеки енергією, робочим середовищем та створення умов для їх функціонування.</p> <p>Кожен з каналів за своєю продуктивністю, швидкодією і іншим факторам достатній для забезпечення радіаційної і ядерної безпеки атомної станції в будь-якому з режимів її роботи, включаючи режим максимальної проєктної аварії. Незалежність трьох каналів системи безпеки досягається за рахунок:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• повного поділу каналів в технологічній частині;</li> <li>• повного поділу каналів системи безпеки в частині електропостачання та АСУ ТП.</li> </ul> <p>В аварійних ситуаціях здійснюється автоматичний запуск в роботу систем безпеки.</p> |   |         |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 27 |

При зникненні живлення в системі власних потреб енергоживлення механізмів II групи надійного електропостачання систем безпеки здійснюється від дизель-генераторів, запуск яких здійснюється автоматично, а підключення навантаження відбувається за програмою ступеневого пуску.

Управління арматурою на лініях подачі відповідних середовищ здійснюється за технологічними імпульсами.

Для виключення неправильних дій оператора в період набору навантаження ДГ передбачена автоматична заборона на дистанційне керування аварійними механізмами.

В якості максимальної проектної аварії (МПА) розглядається миттєвий розрив трубопроводу Ду 850мм з безперешкодною двосторонньою течєю теплоносія при роботі реактора на номінальній потужності з урахуванням її можливого перевищення за рахунок похибки і допусків системи контролю та управління. Безпека АЕС при миттєвому поперечному розриві трубопроводу Ду 850мм в умовах повного знеструмлення АЕС, забезпечується наступними проектними заходами і організаційними заходами:

- проект будівельних конструкцій герметичного об'єму, включаючи оболонку, виконаний для випадку поєднання навантажень при проектному землетрусі (ПЗ) з максимальною проектною аварією (МПА) (0,5 МПа [абс], 150 °С).
- компоувальними рішеннями (розміщення в боксах, і т.д.) і спеціальними заходами щодо розкріплення і обмеження переміщень обладнання і трубопроводів реакторної установки і пов'язаних з нею систем, досягається захист контуру герметизації і цього обладнання від струменів, ударних хвиль і "предметів, що летять";
- враховані температурні навантаження на різні ділянки конструкцій в умовах повного знеструмлення;
- обладнання та трубопроводи систем безпеки спроектовані таким чином, щоб у разі поєднання МПА і МРЗ забезпечувалося виконання ними заданих функцій;
- використання пасивних засобів для аварійного розхолодження, які не потребують для свого включення і функціонування енергії ззовні і втручання оператора;
- обладнання та трубопроводи систем безпеки скомпоновані таким чином, що вихід з ладу одного з каналів системи безпеки не тягне за собою вихід з ладу інших;
- багатоканальністю керуючої системи безпеки (КСБ), що складається з трьох незалежних груп захисних, локалізуючих, забезпечуючих і керуючих систем безпеки;
- незалежністю каналів СБ за рахунок забезпечення кожного каналу систем безпеки самостійним аварійним енергопостачанням від дизель-генераторів, акумуляторних батарей, перетворювачів постійної напруги в змінну і самостійними джерелами інших забезпечуючих і керуючих середовищ (охолоджуючої води, повітря і т.п.);
- територіальний поділ ГЦК (захисна оболонка) і систем безпеки (обстройка) виключає пошкодження більше одного каналу системи безпеки при аваріях ГЦК;
- проектом передбачена можливість проведення робіт по випробуванню та контролю, можливість виведення в ремонт каналів систем безпеки, випробування дії захистів і блокувань, робота з БЩУ і РЩУ і інші організаційно-технічні заходи.

Захисна оболонка захищена спеціальними екранами від різного роду механічних впливів (струменів, ударних хвиль, "предметів, що летять", що виникають при аваріях), що виключає можливість пошкодження при аваріях.

При визначенні величин біологічного захисту розрахункові рівні опромінення персоналу при нормальному режимі експлуатації станції приймаються в залежності від

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 28 |

характеру виконуваної роботи в приміщенні, а також часу перебування в ньому обслуговуючого персоналу.

### **2.1.2.5 Основні принципи безпеки, використані при формуванні проєктної концепції безпеки енергоблока**

При формуванні проєктної концепції безпеки енергоблока №5 і при подальшому її розвитку, в ході проєктування модифікацій обладнання і систем енергоблока, в неї були закладені фундаментальні і загальні організаційно-технічні принципи забезпечення безпеки АЕС.

До фундаментальних принципів належать:

- забезпечення культури безпеки;
- відповідальність експлуатуючої організації;
- державне регулювання безпеки;
- реалізація стратегії глибокоешелонованого захисту.

До загальних організаційно-технічних принципів належать:

- застосування апробованої інженерно-технічної практики;
- управління якістю;
- самооцінка безпеки АС;
- аналіз безпеки;
- відомчий нагляд;
- незалежні перевірки;
- облік людського фактора;
- забезпечення радіаційної безпеки;
- врахування досвіду експлуатації;
- науково-технічна підтримка.

АС задовольняє вимогам безпеки, якщо її радіаційний вплив на персонал, населення й навколишнє середовище при НЕ, ПНЕ й проєктних аваріях не приводить до перевищення встановлених дозових меж опромінення персоналу й населення, змісту радіоактивних продуктів у навколишньому середовищі, а також обмежується цей вплив при ЗПА.

Основні принципи забезпечення безпеки АС формуються в діючих нормативних документах з ядерної і радіаційної безпеки НП 306.2.141-2008 [3], НРБУ-97 [13], НП 306.2.145-2008 [10].

Це відповідає вимогам п.п. 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 НП 306.2.141-2008 [3] і вимогам стандартів МАГАТЕ (SF-1 [150], GSR Part 1 (Rev. 1) [151], GSR Part 4 (Rev. 1) [152], SSR-2/1 (Rev. 1) [153], SSR-2 /2 (Rev. 1) [142], SSG-25 [7]), в яких сформульовані десять принципів безпеки:

- Відповідальність за забезпечення безпеки.
- Роль уряду.
- Керівництво та управління у сфері забезпечення безпеки.
- Обґрунтування установок і діяльності.
- Оптимізація захисту.
- Обмеження ризиків щодо фізичних осіб.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 29 |

- Захист нинішнього і майбутніх поколінь.
- Запобігання аварій.
- Аварійна готовність і реагування.
- Захисні заходи по зменшенню наявних або нерегульованих радіаційних ризиків.

Принципи безпеки взаємопов'язані і застосовуються в своїй сукупності.

### **2.1.2.6 Функції безпеки, реалізовані в проєкті енергоблока №5**

Проєкт енергоблока №5 виконаний відповідно до «Загальних положень забезпечення безпеки атомних електростанцій при проєктуванні, спорудженні й експлуатації» ОПБ-82 і до 01.07.2000 відповідав вимогам діючих на той період ОПБ-88.

З 01.07.2000, замість ОПБ-88, введений у дію новий нормативний документ «Загальні положення безпеки атомних електростанцій» НП 306.1.02/1.034-2000, у якому відкоректований виклад тексту ОПБ-88 з урахуванням сучасних підходів на той час до питання безпеки, а так само введені додаткові вимоги.

У цей час проєкт енергоблока №5 відповідає вимогам діючих «Загальних положень безпеки атомних станцій» НП 306.2.141-2008 [3].

В проєкті енергоблока згідно з вимогами нормативних документів, на основі яких розроблявся проєкт енергоблока, закладені функції безпеки, включаючи такі основні функції як:

- управління реактивністю;
- забезпечення надійного охолодження активної зони реактора, в тому числі в аварійних ситуаціях;
- утримання радіоактивних речовин у встановлених межах.

Виконання цих фундаментальних функцій безпеки передбачено проєктом для досягнення основної мети безпеки - запобігання виходу радіоактивних продуктів за межі фізичних бар'єрів.

Основним завданням експлуатації є виконання цих фундаментальних функцій одночасно і постійно.

Для досягнення цієї мети, відповідно до вимог п.2.1.2 «Общих положений обеспечения безопасности атомных электростанций при проектировании, сооружении и эксплуатации» ОПБ-82, проєктом енергоблока №5 передбачені системи безпеки, призначені для:

- аварійного зупину реактору і підтримки його в підкритичному стані;
- аварійного відведення тепла;
- утримання радіоактивних продуктів у встановлених межах.

Системи безпеки, передбачені проєктом і призначені для виконання функцій безпеки, спроектовані для забезпечення безпеки АЕС за будь-якої проєктної аварії з огляду на таке:

- залежної відмови одного з каналів систем безпеки, пов'язаної з руйнуванням кінцевих ділянок трубопроводів захисних систем або розриву петлі ГЦК, до якої підключаються захисні системи безпеки;
- незалежного від вихідної події відмови одного активного елемента або пасивного елемента, що має механічні рухомі частини;
- враховується, що із загальної кількості врахованих проєктом вихідних подій, не пов'язаних між собою причинно-наслідковими зв'язками, одночасно може статися не більше одної.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 30 |

Для виконання критеріїв безпеки всі системи безпеки ВП ЗАЕС виконані по каналному принципу. Кожен канал за своєю продуктивністю, швидкодії і іншим факторам достатній для забезпечення виконання відповідної функції безпеки в обсязі, визначеному для даної системи в будь-якому з режимів її роботи.

Незалежність трьох каналів систем безпеки досягається за рахунок:

- повного поділу каналів в технологічній частині;
- повного поділу каналів систем безпеки в частині електропостачання та АСУ

ТП;

• запуск в роботу систем безпеки в аварійних ситуаціях здійснюється автоматично.

Повний набір функцій безпеки, який викладений в документах МАГАТЕ, представлений на Рис. 2.25 ФБ-1 [9].

Перелік систем енергоблока №5 ВП ЗАЕС, що забезпечують виконання основних функцій безпеки:

*Управління реактивністю:*

- Механічні органи СУЗ (АЗ);
- Система продувки-підживлення 1 контуру і борного регулювання;
- САОЗ ВТ;
- САОЗ НТ;
- ГЄ САОЗ.

Забезпечення надійного охолодження активної зони реактора, в тому числі в аварійних ситуаціях:

- Система продувки-підживлення 1 контуру і борного регулювання;
- САОЗ ВТ;
- САОЗ НТ;
- ГЄ САОЗ;
- ГЦН;
- Система захисту 1 контуру від перевищення тиску;
- Система головних паропроводів (включаючи ШРУ-А, ШРУ-К і ЗК ПГ);
- Система аварійної живильної води;
- Система допоміжної живильної води;
- Система техводи відповідальних споживачів;
- Система основного конденсату;
- Забезпечуючі СБ:
  - система аварійного електропостачання;
  - система надійного електропостачання споживачів власних потреб 1 і 2 груп всіх напруг, включаючи кабельне господарство;
  - забезпечуючі системи вентиляції;
  - система охолодження і технічного водопостачання реакторного відділення;
  - система подачі повітря пневмоприводів арматури.

*Утримання радіоактивних речовин у встановлених межах:*

- Система компенсації тиску 1 контуру;
- Система захисту 1 контуру від перевищення тиску;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 31 |

- Система аварійного газовидалення;
- Система герметичного огороження;
- Сплінкерна система;
- Система вентиляції;
- Система КМО (контроль герметичності оболонок твел);
- АСКРО (автоматизована система контролю радіаційної обстановки);
- Система зберігання відпрацьованого палива (басейн витримки);
- Система охолодження басейну витримки;
- Система очищення вод басейну витримки і баків аварійного запасу борної кислоти;

- Вузол свіжого палива.

Відповідно до вимог «Общие положения обеспечения безопасности атомных электростанций при проектировании, сооружении и эксплуатации» ОПБ-82, на основі яких розроблявся проєкт енергоблока, а також, НП 306.2.141-2008 [3], що діють в даний час, проєктом передбачено дві системи впливу на реактивність, які ґрунтуються на різних принципах - механічні системи (СУЗ) і рідинна (система аварійного охолодження активної зони і система борного регулювання). Обидві ці системи здатні:

- перешкодити неконтрольованій зміні реактивності;
- виконати аварійний зупин реактора без пошкодження палива понад встановлені межі;
- забезпечити утримання реактора в підкритичному стані.

У частині системи управління і захисту проєкт енергоблока відповідає вимогам р.3.3 «Требования к системе управления и защиты» «Правил ядерной безопасности атомных электростанций» ПБЯ-04-74, на основі яких він розроблявся, а також, вимогам р.3.3 діючих НП 306.2.145-2008 [11].

Детально опис систем наведено в розділі 3.2.6 «Система подпитки-продувки I контура, включая борное регулирование» 21.5.59.ОБ.05 «Техническое обоснование безопасности. Блок №5 Запорожская АЭС», книга 4 і розділах 3.3.1.1 «Система аварийного охлаждения реактора» і 3.3.1.5 «Система управления и защиты» 21.5.59.ОБ.05 «Техническое обоснование безопасности. Блок №5. Запорожская АЭС», книга 8.

#### Аварійний захист

Для забезпечення безпеки на енергоблоці №5 вжиті заходи, спрямовані на запобігання небажаних перехідних процесів, пов'язаних зі зміною потужності, і на останов реактора в разі потреби. Відповідно до цього, аварійний захист є функція безпеки, що складається в швидкому переведенні активної зони реактора в підкритичний стан і підтримці її в підкритичному стані тривалий час.

Відповідно до принципу різноманітності, регулювання потужності реактору і гасіння ланцюгової реакції поділу проводиться двома системами впливу на реактивність, заснованими на різних принципах:

- системою механічного переміщення регулюючих стрижнів в активній зоні (система управління і захисту). За допомогою цієї системи проводяться зміни реактивності при роботі на потужності і зупин реактора при нормальних умовах експлуатації і аваріях;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 32 |

- системою зміни концентрації борної кислоти в теплоносії. За допомогою цієї системи проводиться компенсація надлишкової реактивності і м'яке регулювання потужності під час повільних перехідних процесів.

В режимах роботи на потужності, в умовах нормальної експлуатації, управління реактором здійснює система автоматичного регулювання потужності. При виникненні режимів порушення нормальної експлуатації і аварійних режимах система автоматичного регулювання відключається і вводиться в дію система аварійного захисту.

До складу системи управління входять:

- датчики технологічних параметрів, вторинні прилади, що формують сигнали АЗ;
- апаратура контролю нейтронного потоку (АКНП);
- електрообладнання СУЗ;
- приводу органів регулювання СУЗ;
- органи регулювання.

Система управління і захисту (СУЗ) функціонує у всіх проектних режимах, зокрема система автоматичного регулювання потужності в режимах нормальної експлуатації, апаратура контролю нейтронного потоку, датчики технологічних параметрів, система силового управління, система електроживлення, система контролю положення органів регулювання у всіх проектних режимах.

Управління розподілу енерговиділення в активній зоні здійснюється за допомогою спеціально передбачених для цих цілей групи органів регулювання (ОР СУЗ). Всі ОР СУЗ є виконавчими органами аварійного захисту. За попереджувальним сигналам групи ОР СУЗ послідовно вводяться в активну зону з робочою швидкістю, або відбувається скидання окремої групи для прискореної розвантаження енергоблока або формується заборона на рух ОР СУЗ вгору. За сигналом аварійного захисту відбувається падіння ОР СУЗ в активну зону під дією сили тяжіння за час не більше 4 секунд, що призводить до максимальної швидкості зниження потужності реактора.

#### Охолодження активної зони

Основні принципи безпеки, реалізовані на ВП ЗАЕС передбачають альтернативні засоби для відновлення і підтримки охолодження палива в аварійних умовах, навіть в разі відмови нормальної системи відводу тепла або порушення цілісності границі системи охолодження першого контуру.

Для забезпечення цієї основної функції безпеки повинні вживатися заходи щодо відведення тепла від елементів активної зони при нормальній експлуатації, в аварійних умовах, а також після зупинки реактора.

#### Охолодження активної зони в робочих і перехідних режимах

Основним обладнанням РУ, що забезпечує відведення тепла від елементів активної зони реактора, шляхом створення циркуляції теплоносія в першому контурі є головний циркуляційний насос.

Для відводу тепла від теплоносія першого контуру, в робочих і перехідних режимах, головна роль відводиться парогенератору. Парогенератор забезпечує охолодження теплоносія першого контуру до необхідного рівня температур у всіх проектних режимах. Процес відведення залишкового тепла і охолодження першого контуру на початковому етапі розхолодження реактора, здійснюється через систему скидання пари в конденсатор турбіни (ШРУ-К).



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 33 |

У разі втрати зовнішнього електропостачання енергоблока або неможливості використання конденсаторів турбіни з якихось причин, відведення тепла здійснюється через скидні клапани ШРУ-.

У разі неможливості функціонування зазначених вище систем, запобіжні клапани парогенераторів підтримують допустимий тиск шляхом скидання пари в атмосферу.

Якщо система подачі основної живильної води припинила виконувати свої функції, подача живильної води забезпечується системою допоміжної або аварійної живильної води.

Для забезпечення відводу тепла залишкових енерговиділень активної зони і розхолодження 1-го контуру в плановому режимі при герметичному першому контурі використовується система аварійного охолодження активної зони (САОЗ) низького тиску.

#### Охолодження активної зони в аварійних ситуаціях

При нормальній експлуатації, малі течії теплоносія першого контуру компенсуються системою підживлення. У разі аварії з втратою теплоносія, яка не може бути компенсована системою підживлення, задіюється САОЗ. Вона забезпечує подачу борованої води в активну зону для відводу залишкового тепловиділення в умовах аварії. САОЗ складається з наступних систем:

- Система введення бору високого тиску;
- Система аварійного охолодження активної зони реактора низького тиску;
- Пасивна частина САОЗ (ГЄ САОЗ).

#### Збереження цілісності кордонів першого контуру

Основні принципи безпеки, реалізовані на ВП ЗАЕС передбачають засоби автоматичного захисту від недопустимого підвищення тиску в першому контурі при нормальній експлуатації, порушеннях нормальної експлуатації і проєктних аваріях.

Границя теплоносія першого контуру є ключовою системою енергоблока, оскільки є фізичним бар'єром на шляху поширення радіоактивних продуктів поділу. Для підтвердження надійності першого контуру проводяться випробування його на щільність і міцність тиском, що перевищує встановлений робочий тиск, а також своєчасний контроль цілісності компонентів.

Забезпечення надійного захисту від перевищення тиску, запобігає загрозу цілісності першого контуру реактора. На енергоблоці №5 функцію зазначеного захисту виконують імпульсно-запобіжні пристрої (ІЗП), запобіжні клапани (ЗК) і швидкодіючі редуційні пристрої (ШРУ). Для захисту першого контуру від перевищення тиску на компенсаторі тиску встановлені три комплекти ІЗП, що складаються з запобіжного клапана і керуючих імпульсних клапанів.

Важливу роль в захисті цілісності границь першого контуру відіграє система аварійного газовидалення. Вона призначена для видалення з 1-го контуру парогазової суміші при аварії, пов'язаної з оголенням активної зони і виникненням паро-цирконієвої реакції. Система аварійного газовидалення 1-го контуру є системою важливою для безпеки і відноситься до захисту систем безпеки.

Система аварійного підживлення ПГ - призначена для подачі живильної води в ПГ в аварійних режимах, пов'язаних із знеструмленням енергоблока або порушенням нормальної подачі живильної води в ПГ. Система включається автоматично за сигналами захистів при зниженні рівня в ПГ нижче встановленого значення. Система аварійного підживлення є важливою для безпеки і відноситься до захисної системи безпеки.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 34 |

### Обмеження виходу радіоактивності

Енергоблок спроектований таким чином, щоб забезпечити утримання маси радіоактивних речовин, яка може вивільнитися з палива в усьому діапазоні аварій, що розглядаються в проєкті.

Для утримання радіоактивних речовин, які можуть вивільнитися в результаті аварії, існує система локалізації аварій (СЛА).

СЛА призначена для запобігання або обмеження поширення радіоактивних речовин, що виділяються при аваріях за встановлені проєктом межі зони локалізації або виходу їх в навколишнє середовище, в кількостях, що перевищують встановлені межі. На випадок виникнення в реакторному відділенні аварійної ситуації, з потенційно можливим виходом у навколишнє середовище продуктів поділу, на шляху останніх проєктом передбачено чотири фізичних бар'єри, які забезпечують безпечну експлуатацію АЕС в межах санітарно-захисної зони навколо АЕС, яка встановлена проєктом.

При порушенні цілісності перших трьох бар'єрів безпеки, продукти поділу будуть затримані останнім бар'єром - системою локалізації аварії.

Все обладнання та трубопроводи системи першого контуру, а також елементи систем, при роботі заповнені радіоактивним теплоносієм з високопотенційними параметрами, в результаті розушцілення яких може мати місце вихід радіоактивних продуктів поділу, розміщені в межах ГО (оболонки). Утримання забезпечується за рахунок забезпечення міцності оболонки (контейнменту), яка після її герметизації протистоїть високому внутрішньому тиску.

До складу систем, що відносяться до СЛА входять:

- система герметичного огороження (СГО);
- спринклерна система.

Для визначення придатності СГО до експлуатації за умовами міцності проводяться випробування напружено-деформованого стану оболонки на міцність надлишковим тиском, що перевищує розрахункове для МПА.

Спринклерна система служить для локалізації аварії шляхом конденсації пара, що утворилася при течі теплоносія 1-го контуру під оболонку. Пароподібний радіоактивний теплоносіє становить велику небезпеку з точки зору погіршення радіаційної обстановки як в самому приміщенні, так і в суміжних, в зв'язку з наявними нещільностями в герметичній оболонці. Завдання спринклерної системи знизити тиск в ГО до тиску за її межами. Це досягається шляхом вприскування холодної борованої води під оболонку, що призводить до конденсації пароподібного теплоносія, до зниження тиску під оболонкою. Спринклерна система використовується для організації зв'язування радіоактивного йоду, що міститься в парі і повітрі герметичних приміщень, для чого на всас спринклерних насосів додається спеціальний розчин (метаборат калію). Спринклерна система є важливою для безпеки і відноситься до локалізуючих систем безпеки.

### **2.1.2.7 Відхилення проєкту енергоблока від вимог національних норм і правил ЯБ і РБ та заходи щодо підвищення безпеки**

*Аналіз відхилення проєкту від вимог діючих норм*

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 35 |

В ЗАБ (21.5.59.ОБ.01.07 ДМАБ, книга 8, частина 5) [14] енергоблока №5 виконаний аналіз відступів від вимог діючої НТД.

У рамках ДМАБ [14] та ЗППБ [9] виконаний аналіз відступів з «ранжируванням» за критеріями, рекомендованим МАГАТЕ, і оцінкою їх впливу на функції безпеки. При неможливості виконання обґрунтування безпечної роботи системи або обладнання при наявності відступу від вимог НТД розробляються необхідні заходи, що компенсують, спрямовані на виключення або зменшення наслідків впливу відступу на безпеку й обґрунтування їх ефективності.

Відповідно до вимог діючої нормативної документації, інформація, надана в матеріалах фактора безпеки ФБ-1 [9] зафіксована на дату розробки звіту по фактору безпеки й не перевищує трирічний період до кінця проектного строку експлуатації енергоблока №5, що відповідає вимогам НП 306.2.099-2004 [5]. Відповідно до вищевказаного, інформація в частині відступів від вимог норм і правил по ядерній і радіаційній безпеці відповідає стану енергоблока на 31.12.2017.

Таким чином, у рамках продовження проектного строку експлуатації енергоблока №5 Запорізької АЕС виконана актуалізація переліку відступів від вимог НТД.

Зведений перелік відступів від діючої НТД енергоблока №5 ЗАЕС наведено в таблиці 23 ФБ-1 [9] і Табл. 3.1 цього звіту.

Для приведення стану енергоблока №5 до вимог НТД був проведений аналіз і розроблені план-графіки реалізації заходів щодо приведення стану діючих енергоблоків ВП АЕС у відповідність до вимог НП 306.2.141-2008 [3] і НП 306.2.145-2008 [11].

Заходи щодо приведення стану енергоблока №5 вимогам НТД, що не ввійшли в КзПБ [15] включені в «Програму підготовки енергоблока №5 ОП ЗАЭС к эксплуатации в сверхпроектный срок» 05.МР.00.ПМ.23-17.

### ***Рекомендації з підвищення безпеки енергоблока***

На ЗАЕС в 1996 році проходила місія експертів МАГАТЕ, метою якої було ідентифікувати основні дефіцити експлуатаційної безпеки й проектних рішень ВВЕР-1000/320 і надати консультацію з погляду повноти й адекватності заходів щодо підвищення безпеки. За результатами місії був розроблений звіт ІАЕА-ЕВР-ВВЕР-05 «Проблеми безпеки атомних електростанцій з реакторами ВВЕР-1000/320 і їх категорії» [16]. Метою звіту було представлення зведеного переліку дефіцитів безпеки й проблем безпеки, категоризованих відповідно до їхньої значимості для безпеки станції в цілому.

За минулий період після місії МАГАТЕ був виконаний великий обсяг роботи з усунення зауважень певних в звіті [16].

Остаточне виконання всіх незавершених заходів буде реалізовано в рамках Комплексної (зведеної) програми підвищення безпеки енергоблоків АЕС України. У таблиці 27 ФБ-1 [9] представлені проблеми безпеки за характерними областями, перераховані окремі проблеми й категорії й наведений поточний стан вирішення даних проблем.

Контроль за усуненням дефіциту безпеки діючих на Україні енергоблоків АЕС ведеться на галузевому рівні, який здійснює ВП НТЦ. В 2007 році був підготовлений «Звіт по оцінці стану проектної безпеки енергоблоків України», розроблений відповідно до п.1.5 Плану дій у сфері ядерної безпеки діючих українських АЕС Меморандуму «Про взаєморозуміння між Україною і Європейським Союзом з співробітництва в енергетичній області».

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 36 |

В 2008 році розроблена база даних з проектною безпеки, яка заповнена інформацією з вирішення проблем безпеки станом на кінець 2007 року Розпорядженням № 1291-Р від 26.12.2008. ВП НТЦ на постійній основі двічі на рік оновлює базу даних з проектною безпеки на підставі інформації наданої ВП АЕС.

У рамках спільного проекту Європейської комісії, МАГАТЕ й України в 2009 році була організована Місія з оцінки безпеки атомних електростанцій України. Під час цієї місії на Запорізькій АЕС була реалізована оцінка проектною безпеки. Експерти МАГАТЕ здійснили перевірку відповідності проектною документації й устаткування станції сучасним стандартам МАГАТЕ.

За результатами перевірки був випущений звіт МАГАТЕ АІЕА/ЕС/UA-T.1-MR05 «Отчет о результатах миссии по оценке проектной безопасности. Задание 1 – оценка проектной безопасности. Запорожская АЭС, энергоблоки №1-6, и Южно-Украинская АЭС, энергоблок №3» [17].

Експерти дійшли висновку, що проект усіх шести енергоблоків Запорізької АЕС перебуває в повній відповідності до вимог МАГАТЕ NS-R-1.

Стан виконання заходів щодо усунення невідповідностей для енергоблока №5 ЗАЕС відображено в таблиці 24 ФБ-1 [9] і Табл. 3.1 даного звіту.

#### ***Строки впровадженнь заходів щодо усунення дефіцитів безпеки***

Заходи щодо усунення дефіцитів безпеки реалізуються відповідно до План-Графіку реалізації заходів «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій», а заходи, що не ввійшли до КзПБ реалізуються відповідно до 05.MP.00.ПМ.23-17 [8].

#### **2.1.2.8 Наявність технічної документації**

Безпечна експлуатація систем і елементів, важливих для безпеки для всіх режимів експлуатації енергоблока №5 ВП ЗАЕС, а також діяльність, пов'язана із проведенням ремонту (відновлення ресурсу, реконструкція й модернізація), технічного обслуговування, періодичних випробувань здійснюється на підставі документів сформованих у наступні основні групи:

- проектно-конструкторські документи;
- виробничо-технічні документи;
- нормативні документи зовнішніх організацій;
- організаційно-розпорядча документація.

До складу групи проектно-конструкторських документів входять проектні, конструкторські та програмні документи, розроблені під час проектування обладнання, споруд і автоматизованих систем, які виконані відповідно до вимог відповідних стандартів і визначають конфігурацію АЕС, її об'єктів, систем і елементів .

До них відносяться:

- конструкторська і заводська документація на вироби (обладнання, технічні засоби);
- проектна документація для будівництва та монтажу;
- документи з проектування автоматизованих систем та ін.

До складу групи виробничо-технічної документації входять інструкції по експлуатації і ремонту устаткування і систем АЕС, регламенти, техпроцеси і програми якості на дані види робіт.

До складу нормативної документації входять правила, норми, стандарти і положення з технічної, експлуатаційної, ядерної, радіаційної та пожежної безпеки.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 37 |

До складу організаційно-розпорядчої документації входять накази, вказівки, регламенти, розпорядження, заходи за допомогою яких вводяться в дію і регламентується застосування всіх видів вищенаведених документів.

Формування груп документів і подальше розділення їх на підгрупи виконано з метою:

- призначення підрозділів або посадових осіб, відповідальних за організацію робіт з управління документації конкретної групи;
- застосування до даних групам документації уніфікованих вимог (щодо введення в дію, поводженню, зміни і т.д.);
- створення і ведення необхідних переліків і баз даних документів.

### ***Наявність технічної документації***

З метою забезпечення безпечної експлуатації енергоблока на ВП ЗАЕС введено в дію значну кількість експлуатаційних документів, в яких описуються вимоги і прийоми безпечної експлуатації енергоблока в різних режимах, порядок виконання операцій, пов'язаних з безпекою енергоблока, межі та умови безпечної експлуатації і т.д. Для обліку і виконання постійного контролю за станом наявної документації на ВП ЗАЕС розроблені і діють наступні види переліків документації:

- загальностанційний;
- структурних підрозділів;
- робочих місць і т.д.

На підставі наявних переліків документації проведено аналіз наявності та опис способів управління експлуатаційною документацією. Існуюча експлуатаційна документація розроблена з урахуванням діючої нормативної документації, виконаних аналізів безпеки (в тому числі і локальних звітів з аналізу безпеки, які виконуються при модернізації систем і елементів), проекту енергоблока і досвіду експлуатації.

Згідно з виконаним аналізом в наявності повний обсяг експлуатаційної документації, достатньої для забезпечення керування енергоблоком №5 у всіх експлуатаційних режимах. Дане питання докладно розглянуте у звіті з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 Фактор безпеки №11 «Эксплуатационная документация энергоблока №5» 21.5.59.ЗППБ.11 [101].

Необхідно відзначити, що на галузевому рівні організований процес розробки ремонтної документації, якої бракує, в разі впровадження нового обладнання та перегляд існуючої для систем, важливих для безпеки. ДП «НАЕК «Енергоатом» здійснює розробку та перегляд комплектів документів на ремонт обладнання АЕС України. Процес є постійним. Періодично ведеться облік потреб ВП АЕС і організовується робота по розробці документації і її перегляду.

При розробці ФБ-1 були також проаналізовані елементи СВБ. Підрозділи мають відповідні переліки документації для елементів і систем, важливих для безпеки. Проведений аналіз показав, що є повний комплект проектно-конструкторської документації для забезпечення безпечної експлуатації, ремонтів і модернізації енергоблока №5 ВП ЗАЕС. У Додатку А ФБ-1 [9] наведено перелік проектно-конструкторської документації для систем і елементів СВБ реакторного відділення енергоблока №5.

### ***Реєстрація та зберігання документації***

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 38 |

Підписані та затверджені документи вводяться на ВП ЗАЕС окремим організаційно-розпорядчим документом, відповідно до вимог розділу 5.3 СТП 01.63.024-2017 [91] і передаються в групу виробничо-технічної документації ВТС для реєстрації, обліку, контролю ведення і зберігання. Для виробничо-технічної документації в процесі реєстрації працівником ВТС перевіряється правильність оформлення документа (наявність всіх підписів, дати затвердження і т.п.).

Нормативні документи (правила, положення, норми, типові інструкції та ін.) вводяться організаційно-розпорядчим документом (ОРД) по галузі. На підставі його випускається ОРД про прийняття документа, що вводиться до керівництва та виконання в ВП ЗАЕС. ОРД готує персонал відділу стандартизації ВТС в міру надходження документів з ДП «НАЕК«Енергоатом».

Документи, які розроблені вищестоячою організацією і обов'язкові для виконання на АЕС, включають в діючий на ВП ЗАЕС «Перелік діючих нормативних документів експлуатуючої організації». Введення і поводження нормативних документів ведеться відповідно до вимог діючих стандартів виробництва ВП ЗАЕС.

Перелік нормативних документів підрозділу розробляють на підставі переліку нормативних документів ВП ЗАЕС за формою, що відповідає вимогам Додатку К СТП 01.63.024-2017 [91]. Форма переліку виробничої документації підрозділу наведена в Додатку Ж СТП 01.63.024-2017 [91].

Перелік загальностанційного документів підтримує в актуальному стані група виробничо-технічної документації ВТС в програмі «Дело». Перелік видають на паперовому носії в одному екземплярі, він не підлягає копіюванню та наданню в підрозділи. Електронну копію переліку розміщують в локальній інформаційній мережі ВП ЗАЕС і оновлюють щотижня.

Примірник на паперовому носії перевидують раз в три роки з урахуванням внесених змін. Затверджує перелік головний інженер (перший заступник генерального директора).

Розробленим в ВП ЗАЕС документам надається шифр, в якому вказують номер енергоблока, код спецкорпусу, приналежність до загальностанційних об'єктів, скорочене найменування підрозділу-розробника документа, код системи (при наявності), вид документа і реєстраційний номер. Шифр надає підрозділ-розробник документа, реєстраційний номер - підрозділ-розробник або ВТС. Реєстраційний номер надається після затвердження документа.

У ГВТД ВТС надають реєстраційні номери:

- графікам, таблицям, протоколам нарад, актам, заходам, які затверджує генеральний директор або головний інженер (перший заступник генерального директора);

- повідомленням про зміну;
- програмам виконання робіт (згідно СТП 01.63.019.3-2010 [215]);
- технічним рішенням і рішенням.

ГВТД здійснює реєстрацію вищевказаних документів в автоматизованій системі документообігу «Дело».

Документи і звіти зберігаються в архіві підприємства і архівах підрозділів станції. У всіх архівах є протипожежна сигналізація, яка передає сигнали на ЦЩУ. Розміщення стаціонарних стелажів і шаф в архівах виконано з урахуванням ДСТУ ГОСТ 7.50:2006.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 39 |

### ***Зберігання технічної документації***

Проектно-конструкторська документація ВП ЗАЕС зберігається як в архіві підприємства ВП ЗАЕС, так і в архівах підрозділів.

Будівля архіву підприємства, власником якого є ВТС, має загальну площу приміщень зберігання 467 м<sup>2</sup>.

Функції архіву підприємства вказані в «Положених о производственной технической службе ОП ЗАЭС» 00.ТС.ПЛ.01-14.

Архіви підрозділів мають свої переліки документації, і також забезпечують збереження, облік і користування проектною та науково-технічною документацією персоналом ВП ЗАЕС відповідно до встановлених правил.

### ***Ревізія архівів і інвентаризація існуючої документації АЕС***

Архівом називається приміщення, в якому знаходиться технічна документація, яка використовується в процесах експлуатації АЕС безпосередньо (схеми, інструкції, керівництва та ін.) або для розробки робочих документів (програм, інструкцій та ін.). Архівом, наприклад, може вважатися приміщення (ЦТАВ, ЕП, ЕРП і ін.), де містяться документи, які використовують в роботі незалежно від їх кількості і на організацію якого в підрозділі є проект, вказівка або інший розпорядчий документ.

В архівах підрозділів можуть зберігатися документи, що не мають офіційного статусу. Практика показує, що найчастіше саме ці документи містять найреальнішу інформацію про конфігурацію АЕС. Щоденна робота по систематизації таких документів в рамках збору документації проектних основ дозволяє встановити їх існуючий статус і актуальність і дозволяє ефективно використовувати їх у роботі.

Діяльність по ревізії і інвентаризації архіву підприємства і підрозділів організовується відповідно до встановленого на АЕС порядку по організації робіт (розробка наказу, призначення відповідального керівника, призначення відповідальних виконавців від підрозділів та ін.).

### ***Ухвалення рішення по документам, яких не вистачає***

На галузевому рівні організований процес розробки ремонтної документації, якої не вистачає: в разі впровадження нового обладнання та перегляд існуючої для систем, важливих для безпеки. ДП «НАЕК «Енергоатом» здійснює розробку та перегляд комплектів документів на ремонт обладнання АЕС України. Процес є постійним.

### ***Коригування документації***

Вимоги до розробки та оформлення виробничо-технічної документації, перегляду, внесення змін встановлені галузевим нормативним документом «Стандарт державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом». Управління документацією. Система документації ДП «НАЕК «Енергоатом». Класифікація документів та загальні положення СОУ НАЕК 001:2014.

Термін дії виробничої документації ВП ЗАЕС не обмежений, якщо це не обумовлено самим документом, наказом (зазначенням) про його введення або скасування.

Відповідно до документа СТП 01.63.024-2017 [91] встановлено такі терміни перегляду документації:

- експлуатаційні текстові документи (виробничі інструкції, карти уставок, керівництва, методики випробувань, перевірок і ін.), посадові інструкції, норми і нормативи витрат і запасу матеріально-технічних ресурсів, а також інші документи на

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 40 |

правах експлуатаційної документації повинні переглядатися не рідше одного разу на три роки;

- перелік нормативних документів ВП ЗАЕС і перелік стандартів виробництва ВП ЗАЕС переглядаються щорічно;
- технологічні схеми (креслення) повинні перевірятися на їх відповідність фактичному стану не рідше одного разу на два роки;
- стандарти ВП ЗАЕС перевіряються один раз в п'ять років, якщо інший термін дії стандарту не встановлено розпорядчим документом. Порядок перевірки згідно [229];
- типові програми підтримки кваліфікації повинні коригуватися не рідше одного разу на три роки. Програми виконання робіт переглядають згідно [215];
- положення про підрозділ і технологічні інструкції на виконання ремонту переглядаються один раз на п'ять років;
- інструкції з охорони праці переглядаються один раз на три роки;
- «Перелік загальностанційних документів ВП ЗАЕС» переглядають один раз в три роки.

Термін дії документа фіксується в базі даних виробничої документації ВП ЗАЕС, архіві підприємства, яку супроводжує група виробничо-технічної документації ВТС, при реєстрації розробленого або переглянутого документа і в переліках виробничої документації підрозділів. Після закінчення терміну дії, документи підлягають перегляду. За результатами перегляду термін документа продовжується, або випускається нова редакція документа. Для нової редакції встановлюється термін дії.

Документ, що втратив чинність у зв'язку з введенням нового документа, анулюється відповідно до п.5.11 СТП 01.63.024-2017 [91].

Підтримка документації в актуальному стані передбачає собою внесення змін або анулювання раніше введеного в дію документа. Підставою для внесення зміни можуть бути:

- впровадження або зміна нормативних документів;
- зміна заводської і проєктної документації;
- зміна умов експлуатації;
- проведення модернізації та реконструкції;
- введення нових технологічних процесів (операцій);
- виправлення помилок;
- припис органів державного регулювання;
- наказ;
- вказівка;
- технічне рішення;
- досвід експлуатації;
- досвід застосування;
- поліпшення якості документа.

Порядок внесення змін до технологічного регламенту проводять відповідно до ПЛ-Д.0.03.063-09 [230].

Порядок внесення змін до проєктів систем, важливих для безпеки, визначено наступними нормативними документами:

- «Требованиями к проведению модификаций ядерных установок и порядка оценки их безопасности» НП 306.2.106-2005;



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 41 |

- «Положення про порядок одержання окремого дозволу Держатомрегулювання України на випробування і на проведення ядерно-небезпечних робіт, які не передбачені проектом і експлуатаційною документацією» ПЛ-Д.0.06.357-13;

- «Типовое положение по обмену информацией об опыте эксплуатации АЭС в ГП «НАЭК «Энергоатом» ПЛ-Д.0.03.036-14.

Розроблені матеріали ЗАБ, повинні відображати реальний стан на енергоблоці. Відповідність ЗАБ реальному стану має підтримуватися ЕО протягом всього терміну служби.

Введено в дію документ ПЛ-Д.0.18.425-14 [19], який визначає:

- порядок коригування та внесення змін до розробленого ЗАБ з урахуванням нормативних вимог до оновлення матеріалів ЗАБ;

- порядок направлення матеріалів ЗАБ в державні органи регулювання і нагляду;

- розподіл відповідальності між підрозділами і посадовими особами в процесі супроводу ЗАБ і його коригування (розробка, погодження та затвердження змін до ЗАБ);

- періодичність оновлення та перевидання матеріалів ЗАБ.

Внесення змін у виробничо-технічну документацію проводиться складанням «Повідомлення про зміну».

Затверджене керівництвом ВП ЗАЕС «Повідомлення про зміну» розробник передає на реєстрацію в ВТС. Повідомлення реєструється в «Журналі реєстрації та обліку повідомлень».

Внесення змін до документації, що зберігається в архіві підприємства, здійснює працівник архіву підприємства на підставі надісланого повідомлення про зміну.

В екземпляри документа на робочих місцях підрозділу зміни вносить особа, відповідальна за внесення змін (технік з ведення документації) в терміни, зазначені в Повідомленні.

### **2.1.2.9 Аналіз змін за звітний період**

В 1994р. ВП ЗАЕС провела на всіх блоках АЕС аналіз недоліків, які присутні у порівнянні з діючими національними стандартами. На основі цього аналізу і вимог наглядового органу України була розроблена концептуальна довгострокова програма підвищення безпеки з урахуванням відомих різних підходів, в тому числі підходу МАГАТЕ, викладеного в керівництві для ВВЕР-1000/320, відомому під назвою «ISSUE BOOK».

В 1996р. на ВП ЗАЕС проходила місія експертів МАГАТЕ, метою якої було ідентифікувати основні дефіцити експлуатаційної безпеки та проектних рішень ВВЕР-1000/320 і дати консультацію з точки зору повноти та адекватності заходів щодо підвищення безпеки. За результатами місії був розроблений звіт IAEA-EBP-WWER-05 «Проблемы безопасности атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000/320 и их категории». Метою звіту було представлення зведеного переліку дефіцитів безпеки і проблем безпеки, категоризованих відповідно до їх значимості для безпеки станції в цілому.

За минулий період після місії МАГАТЕ по теперішній час було виконано великий обсяг роботи по усуненню зауважень визначених в [16].

В [9, Табл. 26] представлений детальний перелік заходів, починаючи з 1996 року, спрямованих на усунення дефіциту безпеки енергоблока №5, які розподілені по характерним областям і категоріям станом на 31.12.2017.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 42 |

### **2.1.2.10 Аналіз експлуатаційних режимів**

Аналіз експлуатаційних режимів і технічне обґрунтування уставок аварійних і попереджувальних захистів і блокувань систем енергоблока №5 наведено в ЗАБ енергоблока №5, 21.5.59.ОБ.05.05-06 «Техническое обоснование безопасности. Блок №5 Запорожская АЭС. Книга 11» [182]. Експлуатаційна безпека забезпечується дотриманням вимог 05.ГТ.00.РГ.01-19 «Технологического регламента безопасной эксплуатации энергоблока №5 Запорожской АЭС» [68] і інструкцій по експлуатації СБ і СВБ.

### **2.1.2.11 Аналіз проєктних і запроєктних аварій**

#### ***Аналіз проєктних аварій***

В рамках періодичної оцінки безпеки розроблених і представлених на узгодження до Держатомрегулювання України «Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №5. Детерминистический анализ безопасности энергоблока №5» 21.5.59.ОППБ.05 [38], який містить оновлену (актуальну на момент розробки звіту по ФБ-5) докладну інформацію про аналіз проєктних аварій, і має на меті підтвердити, що РУ енергоблока №5 ВП ЗАЕС в достатній мірі:

- володіє властивостями внутрішньої самозахисності;
- обладнана системами безпеки, виконаними по 3-х каналного принципу, які забезпечують, з урахуванням принципу одиничної відмови або однієї незалежної від вихідної події помилки персоналу, радіаційну і ядерну безпеку в будь-якому з проєктних режимів роботи РУ і при проєктних аваріях;
- радіаційний вплив від енергоблока на персонал, населення і навколишнє середовище при нормальній експлуатації і при проєктних аваріях не призводить до перевищення встановлених величин - відбувається обмеження наслідків аварії встановленими для таких аварій системами.

#### ***Аналіз запроєктних аварій***

В рамках періодичної оцінки безпеки розроблених і представлених на узгодження до Держатомрегулювання України «Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №5. Детерминистический анализ безопасности энергоблока №5» 21.5.59.ОППБ.05 [38], який містить оновлену (актуальну на момент розробки звіту по ФБ-5) докладну інформацію про аналіз запроєктних аварій, а також має на меті продемонструвати, що на енергоблоці №5 і АЕС в цілому розроблених і реалізований комплекс заходів та інструктивних документів з управління запроєктними аваріями, який визначає стратегію коригувальних дій, які забезпечують або переривання розвитку аварійних процесів і повернення енергоблока в контрольований стан, або пом'якшення наслідків запроєктних аварій.

Основною метою виконання розрахункових і якісних детерминистических аналізів безпеки, як в цілому, так і в рамках ЗППБ, є перевірка виконання прийнятих критеріїв прийнятності, що в кінцевому підсумку повинно свідчити про відповідність проєкту аналізованого енергоблока, з урахуванням змін виконаних за звітний період, вимогам нормативно-технічної документації.

### **2.1.2.12 Аналіз відповідності енергоблока вимогам нормативних документів з ЯРБ**

За час проведення переоцінки безпеки енергоблока №5 були введені в дію наступні нормативні документи/внесені зміни.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 43 |

### **1. НП 306.2.162-2010 «Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій»**

Згідно з наказом Держатомрегулювання №15 від 11.02.2016 р. в НП 306.2.162 2010 «Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій» внесено зміни до п.4.4 в частині обліку можливих комбінацій вихідних подій.

У зв'язку з цим внесено відповідний відступ 9.1 в книгу 8 частина 5 ДМАБ енергоблока №5 (див. Табл. 23 ФБ-1 [9] і Табл. 3.1 цього звіту):

*«Отсутствуют интегральные значения ЧПАЗ, ЧПТ и ЧПАВ с учетом сейсмических воздействий для всех состояний РУ и БВ. В ОАБ не рассмотрены все возможные внутренние и внешние события с частотой возникновения больше, чем  $10^{-7}$  1/год при разных состояниях РУ, а также их возможные комбинации».*

Вплив на безпеку обумовлено тим, що в проєкті і матеріалах аналізу безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС не виконано імовірнісний аналіз сейсмічних впливів, а також не враховано можливі комбінації внутрішніх та зовнішніх подій з частотою виникнення більше, ніж  $10^{-7}$  1/год при різних станах РУ з урахуванням сейсмічних впливів для всіх станів РУ та БВ.

Згідно п.4.21 НП 306.2.162-2010 [42] за результатами ІАБ повного спектру вихідних подій при всіх можливих станах РУ розраховуються інтегральні значення ЧПАЗ і ЧГАВ. Інтегральні значення ЧПАЗ і ЧГАВ порівнюються з критеріями безпеки, встановленими в загальних положеннях безпеки АС.

Згідно п. 4.4 НП 306.2.162-2010 [42] перелік вихідних подій для аналізу безпеки включає всі можливі внутрішні та зовнішні події з частотою виникнення більше, ніж  $10^{-7}$  1/ год при різних станах РУ, а також їх можливі комбінації.

#### ***Терміни та стан реалізації заходів щодо усунення відступу:***

Пропоновані заходи щодо ліквідації відступу визначені в інформаційній картці 9.1 книги 8.5 ДМАБ енергоблока №5:

1. *Реализовать мероприятие КзПБ №19106 «Разработка сейсмического ВАБ» и выполнить расчет интегральных ЧПАЗ, ЧПТ, ЧПАВ с учетом сейсмических воздействий для всех состояний РУ и БВ.*

Термін реалізації заходу КзПБ №19106 «Выполнение сейсмического ВАБ» - 31.12.2022. Для майданчика Запорізької АЕС виконано імовірнісний аналіз сейсмічної небезпеки майданчика (результати узгоджені листом ДІЯРУ вих.№18-31/4-4728 від 27.07.15).

Захід КзПБ №19106 «Розробка сейсмічного ВАБ» - в стадії усунення зауважень експертизи.

На даний момент для енергоблока №5 ВП ЗАЕС виконуються заходи КзПБ №10101 «Разработка материалов и выполнение квалификации элементов энергоблока», №18101 «Обеспечение сейсмостойкости систем и строительных конструкций» без учета результатов сейсмологического мониторинга площадки, №18102 «Внедрение системы сейсмического мониторинга площадки АЭС».

2. *Разработать отраслевой документ (методику), определяющий комбинацию исходных событий..*

Розробка галузевого документа (методики), що визначає комбінацію вихідних подій, виконана:

Документ «Методичне керівництво із визначення комбінацій вихідних подій аварії, відсіву за частотою виникнення, відбору переліка комбінацій вихідних подій аварій, що аналізуються в імовірнісному аналізі безпеки та аналізі запроєктних аварій»

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 44 |

МТ-Д.0.18.670-18 узгоджений Держатомрегулювання листом від 06.08.2018 вих. №15-15/1-5149.

*3. На основани согласованной Госатомрегулирования методики учесть возможные комбинации внутренних и внешних событий с частотой возникновения больше, чем  $10^{-7}$  1/год при разных состояниях РУ в материалах анализа безопасности.*

В стадії виконання. Термін - після енергоблока №6 ЗАЕС, який визначений «пілотним». На даний момент розроблено та погоджено Держатомрегулювання (вих.№15-27/1139012048 від 24.09.2019) «Програма робіт із врахування переліків комбінацій подій, які призводять до аварії, в імовірнісному аналізі безпеки та аналізі запроектованих аварій на АЕС ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Т.0.18.011-19». Згідно до «Програми ...» визначено етапи і порядок робіт для врахування комбінацій для «пілотного» енергоблока №6 ВП ЗАЕС. Після закінчення робіт для «пілотного» енергоблока буде виконано уточнення складу робіт і визначення конкретних термінів їх виконання для «непілотних» енергоблоків.

***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки:***

З огляду на вищевикладене можна зробити висновок, що діяльність щодо усунення відступів виконується в установлені терміни.

Таким чином, відступи від вимог НП 306.2.162-2010 будуть усунені, умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

**2. НП 306.2.202-2015 «Вимоги з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних та керуючих систем, важливих для безпеки атомних станцій»**

Згідно з наказом Держатомрегулювання від 22.07.2015 №140 був введений в дію нормативний документ НП 306.2.202-2015 «Вимоги з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних та керуючих систем, важливих для безпеки атомних станцій».

Виконано аналіз відповідності умов та меж безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам НП 306.2.202-2015. Розроблено План-графік заходів щодо впровадження НП 306.2.202-2015 в ДП «НАЕК «Енергоатом».

Наказом Державної інспекції ядерного регулювання України від 25 листопада 2019 №508 внесені зміни і доповнення в НП 306.2.202-2015 (лист Держатомрегулювання від 10.01.2020 №05-09/309 «Об утверждении изменений в НП 306.2.202-2015»). Виконано аналіз відповідності умов та меж безпечного виконання ДП «НАЕК «Енергоатом» дозволених видів діяльності вимогам змін до НП 306.2.202-2015.

У план-графік заходів щодо впровадження НП 306.2.202-2015 були внесені зміни, що обумовлено припиненням державної експертизи ЯРБ документа «Классификатор информационных и/или управляющих систем САЭ, важных для безопасности, согласно требованиям нормативно-правового акта НП 306.2.202-2015 «Вимоги з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних та керуючих систем, важливих для безпеки атомних станцій» в зв'язку з необхідністю внесення змін до НП 306.2.202-2015 для усунення невідповідностей між критеріями класифікації систем і елементів АЕС згідно НП 306.2.141-2008.

У відповідності до план-графіку заходів щодо впровадження НП 306.2.202-2015 будуть виконані наступні етапи:

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 45 |

- Буде розроблений класифікатор категорій функцій і елементів ІКС атомних станцій України відповідно до вимог НП 306.2.202-2015 (в розробці, відповідальний ДП «НАЕК«Енергоатом»).

- Після розробки типового класифікатора буде виконана робота по виявленню, аналізу та документуванню невідповідностей обладнання ІКС, яке експлуатується в ВП АЕС Компанії вимогам НП 306.2.202-2015.

- Після чого будуть розроблені коригувальні заходи щодо усунення виявлених невідповідностей та графік їх реалізації (графік буде узгоджений з Держатомрегулювання).

***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки:***

На галузевому рівні буде розроблений класифікатор категорій функцій і елементів ІКС атомних станцій України, на основі якого будуть внесені відповідні зміни в класифікатор систем і елементів енергоблока №5 (книга 8 частина 2 ДМАБ).

Таким чином, приведення діяльності до вимог НП 306.2.202-2015 буде виконано вищевказаним порядком. Умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

**3. НП 306.2.02/3.077-2003 «Вимоги до внутрішнього та зовнішнього кризових центрів АЕС» (редакція 2016 р.)**

Наказом Держатомрегулювання від 09.12.2016 № 201 в НП 306.2.02/3.077-2003 «Вимоги до внутрішнього та зовнішнього кризових центрів АЕС» були внесені зміни. Експлуатуючою організацією був розроблений «Зведений документований аналіз відповідності умов та меж безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам НП 306.2.02/3.077-03 в редакції 2016 року». За результатами аналізу виявлено, що діяльність повністю відповідає умовам і межах безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам вищевказаного НП. Для Запорізької АЕС є деякі невідповідності по п.ІІІ.3 і п. V.8, які не впливають на рівень ядерної та радіаційної безпеки.

Невідповідності стосувалися підтвердження сейсмостійкості ВКЦ і забезпечення мікроклімату для персоналу. На підставі проведеного аналізу були розроблені «Організаційно-технічні заходи ВП ЗАЕС з впровадження вимог НП 306.2.02/3.077-03 в редакції 2016 року «Вимоги до внутрішнього та зовнішнього кризових центрів АЕС», затверджені Першим віце-президентом ДП«НАЕК«Енергоатом» 30.08.2017 р..

Більш детальна інформація про виконання організаційно-технічних заходів щодо впровадження НП 306.2.02/3.077-03 в редакції 2016р. приведена в ФБ-13 «Аварійна готовність і планування» [114].

***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки:***

Приведення діяльності до вимог НП 306.2.02/3.077-2003 з урахуванням змін 2016 року виконано в терміни відповідно до вищевказаного план-графіка. Умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

**4. НП 306.2.204-2016 «Вимоги до систем аварійного охолодження ядерного палива та відведення тепла до кінцевого поглинача»**

Наказом Держатомрегулювання №233 від 24.12.2015 затверджено нормативний документ НП 306.2.204-2016 «Вимоги до систем аварійного охолодження ядерного палива та відведення тепла до кінцевого поглинача».

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 46 |

У зв'язку з введенням в дію НП 306.2.204-2016 ДП «НАЕК» Енергоатом» видано розпорядження №258-р від 16.03.2016 «Про впровадження НП 306.2.204-2016» (зі змінами відповідно до розпорядження №506-р від 30.05.2016). На підставі цього розпорядження ВП ЗАЕС випущений Наказ №ЮК-508 від 13.04.2016 (зі змінами відповідно до наказу №ЮК-803 від 10.06.2016) «Про дію вимог». На підставі наказу був виконаний аналіз відповідності умовам і межах безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам НП 306.2.204-2016 і розроблений «План-графік виконання організаційно-технічних заходів по усуненню несоответствий пределов и условий безопасного выполнения видов деятельности по использованию ядерной энергии требования НП 306.2.204-2016».

**Стан виконання заходів щодо впровадження НП 306.2.204-2016 для енергоблока №5 ВП ЗАЕС**

Усунення виявлених невідповідностей виконується в рамках заходів КзПБ №11305, №13307, №13511.

Енергоблок №5 ВП ЗАЕС забезпечений мобільними насосними установками (МНУ) для аварійного охолодження ядерного палива та відведення тепла до кінцевого поглинача при аваріях, включаючи повне знеструмлення.

Розробтан «Графік проведення блочних противоаварійних треніровок по доставке, подключению и использованию МНУ-500ПГ, БВ, ББ на 2018-2020», відповідно до якого проведені протиаварійні тренування оперативного персоналу енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

ТОБ енергоблока №5 (книга 10) доповнено розділом 3.5.3 «Мобильные насосные установки с дизельным приводом».

Внесено відповідні зміни в експлуатаційну, протиаварійну та іншу документацію.

**Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки:**

Приведення діяльності до вимог НП 306.2.204-2016 для енергоблока №5 виконано. Умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

**5. НП 306.2.205-2016 «Вимоги до систем електропостачання, важливих для безпеки атомних станцій»**

Наказом Держатомрегулювання №234 від 24.12.2015 затверджено нормативний документ НП 306.2.205-2016 «Вимоги до систем електропостачання, важливих для безпеки атомних станцій».

У зв'язку з введенням в дію НП 306.2.205-2016, ДП «НАЕК» Енергоатом» видано розпорядження №259-р від 16.03.2016 «Про впровадження НП 306.2.205-2016». Для виконання цього розпорядження ВП ЗАЕС випущений Наказ №ДС-452 від 01.04.2016 (зі змінами відповідно до Наказу №ЮК-803 від 10.06.2016) «Про дію вимог». На підставі даного наказу виконаний аналіз відповідності умовам і меж безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам НП 306.2.205-2016 і розроблений «Перелік заходів із впровадження у ДП «НАЕК «Енергоатом» нормативно-правового акта НП 306.2.205-2016 «Вимоги до систем електропостачання, важливих для безпеки атомних станцій» (погоджено Держатомрегулювання вих. №15-15/1-3205 від 17.05.18).

Виконання заходів згідно «Переліку заходів із впровадження у ДП «НАЕК «Енергоатом» нормативно-правового акта НП 306.2.205-2016 «Вимоги до систем електропостачання, важливих для безпеки атомних станцій» контролюється дирекцією НАЕК «Енергоатом» і Держатомрегулювання: звіти про виконання заходів

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 47 |

щоквартально направляються в НАЕК «Енергоатом». Держатомрегулювання контролює виконання заходів при отриманні дозволу на пуск енергоблока. При необхідності заходи включаються в Окремий дозвіл (ОД) на пуск енергоблока №5 «Запорізької АЕС» після проведення планово-попереджувального ремонту. ОД ставиться на контроль відповідним наказом на ВП ЗАЕС «Про виконання умов окремого дозволу на пуск енергоблока №5».

На підставі аналізу впливу на безпеку визначено відповідний відступ від вимог НП 306.2.205-2016 (див. Табл. 3.1 даного звіту):

Відступ 6.1 «Проект энергоблока не отвечает требованиям НП 306.2.205-2016».

Даний відступ внесено в Книгу 8.5 ДМАБ енергоблока №5. Інформаційна картка 6.1 книги 8.5 містить обґрунтування впливу на безпеку, заходи щодо приведення у відповідність НП 306.2.205-2016 і терміни їх виконання відповідно до «Переліку заходів із впровадження у ДП «НАЕК «Енергоатом» нормативно-правового акта НП 306.2.205-2016».

Відповідно, Розділ 4 «Мероприяття по коректировке фактора» ФБ-1, містить захід «Мероприяття по устранению отклонений проекта энергоблока от действующих норм и правил по безопасности» відповідно до строків, зазначених у Табл. 3.1 даного звіту.

**Стан реалізації заходів, спрямованих на усунення відхилень від вимог НП 306.2.205-2016**

***Заходи щодо ліквідації відступів відповідно до Книги 8 частина 5 ДМАБ енергоблока №5***

Розроблено перелік заходів щодо впровадження в ДП «НАЕК«Енергоатом» НП 306.2.205-2016, згідно яких заплановано:

- впровадження організаційних заходів і технічних засобів системи контролю допуску в електротехнічні приміщення САЕ відповідно до вимог пункту 7 Розділу II;
- установка додаткових засобів електропостачання змінним струмом і виконання обґрунтувань тривалості функціонування автономних резервних джерел відповідно до вимог пунктів 6, 14 розділу II, пункту 11 Розділу IV, пунктів 1.28, 4.3, 6.2 Розділу V;
- при впровадженні заходів 15204, 15206 КЗПБ, в технічні вимоги, технічні завдання включити вимоги про передачу інформації в централізовану систему збору інформації про стан обладнання енергоблока АС відповідно до вимог пункту 1.24 розділу V;
- розробка і узгодження технічних рішень, які визначають перелік і терміни заміни кабелю 0,4 кВ на кабель з межею вогнестійкості 1,5 години відповідно до вимог пункту 5.3 Розділу V. Заміна кабелів 0,4 кВ передбачена концептуальним рішенням №05.ЕЦ.00.РШ.67-18 від 25.01.2018 «О приведении кабельного хозяйства системы аварийного электроснабжения (САЭ) на напряжение до 1 кВ в соответствии с требованиями НП 306.2.205-2016 (применение кабелей в огнестойком исполнении) на энергоблоке № 5 ОП ЗАЭС».

***Стан виконання***

Установка додаткових засобів електропостачання змінним струмом передбачена Комплексною (зведеною) програмою підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій, захід №15103 «Обеспечение аварийного электроснабжения в условиях длительного полного обесточивания АЭС» для енергоблоків з РУ В-320.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 48 |

Ведеться робота з перегляду класифікатора електротехнічного обладнання, з урахуванням роз'яснень вимог пункту 1.25 розділу V (лист ДІЯРУ від 30.05.2017 №15-28/3183) про класифікацію елементів вторинних ланцюгів (ланцюга управління, сигналізації, контролю, релейного захисту та автоматики) САЕ, які повинні відповідати управляючим системам безпеки відповідно до НП 306.2.202-2015.

### ***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки***

Приведення діяльності до вимог НП 306.2.205-2016 буде виконано в терміни відповідно до «Переліку заходів із впровадження у ДП «НАЕК «Енергоатом» нормативно-правового акта НП 306.2.205-2016».

Заходи щодо усунення відступу 6.1 від НП 306.2.205-2016 і терміни їх реалізації визначені і задокументовані в Книзі 8 частина 5 ДМАБ енергоблока №5.

Стан реалізації заходів контролюється НАЕК «Енергоатом» та Держатомрегулювання.

Таким чином, умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

### **6. НП 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій»**

Наказом Держатомрегулювання №175 від 17.10.2016 затверджено нормативний документ НП 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій».

У зв'язку з введенням в дію «Вимог до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій» НП 306.2.208-2016 ДП «НАЕК «Енергоатом» заплановані роботи по приведенню обладнання і трубопроводів у відповідність вимогам НП 306.2.208-2016. З цією метою, відповідно до вимог п. 1.6 НП 306.2.141-2008 і п. 4 розділу I НП 306.2.208-2016 розроблені і узгоджені з Держатомрегулювання (вих. №15-33/1216 від 20.02.2018) «Організаційно-технічні заходи ДП «НАЕК «Енергоатом» з впровадження НП 306.2.208.2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій».

На виконання «Організаційно-технічних заходів ДП «НАЕК «Енергоатом» з впровадження НП 306.2.208.2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій» станом на 23.03.2020 внесено зміни до класифікації систем і елементів енергоблоків відповідно до вимог НП 306.2.208-2016: Класифікатор пілотного енергоблока №5: Матеріали погоджено Держатомрегулювання.(вих. ДІЯРУ №15-22/03/4563-5097 від 24.03.20).

На підставі аналізу впливу на безпеку визначено відповідний відступ від вимог НП 306.2.208-2016 (див. Табл. 3.1 даного звіту):

Відступ 8.1 «Проект енергоблока не відповідає вимогам НП 306.2.208-2016».

Даний відступ внесено в Книгу 8.5 ДМАБ енергоблока №5. Інформаційна картка 8.1 книги 8.5 містить обґрунтування впливу на безпеку, заходи щодо приведення у відповідність НП 306.2.205-2016 і терміни їх виконання відповідно до «Організаційно-технічних заходів ДП «НАЕК «Енергоатом» з впровадження



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 49 |

НП 306.2.208.2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій».

Відповідно, Розділ 4 «Мероприяття по коректировке фактора» ФБ-1, містить захід «Мероприяття по усуненню отклонений проекта енергоблока от действующих норм и правил по безопасности» відповідно до строків, зазначених у Табл. 3.1 даного звіту.

#### ***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки***

Приведення діяльності до вимог НП 306.2.208-2016 буде виконано в терміни відповідно до «Організаційно-технічних заходів ДП «НАЕК «Енергоатом» з впровадження НП 306.2.208.2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій».

Заходи щодо усунення відступу 8.1 від НП 306.2.208-2016 і терміни їх реалізації визначені і задокументовані в Книзі 8 частина 5 ДМАБ енергоблока №5.

Стан реалізації заходів контролюється НАЕК «Енергоатом» та Держатомрегулювання.

Таким чином, умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

#### **7. НП 306.2.214-2017 «Вимоги до періодичної переоцінки безпеки енергоблоків атомних станцій»**

Наказом Держатомрегулювання №313 від 30.08.2017 затверджено нормативний документ НП 306.2.214-2017 «Вимоги до періодичної переоцінки безпеки енергоблоків атомних станцій».

При виконанні переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС положення НП 306.2.214-2017 «Вимоги до періодичної переоцінки безпеки енергоблоків атомних станцій» не застосовуються. Листом Держатомрегулювання вих. №15-16/5-8078 від 19.12.2017 для реалізації Положень НП 306.2.214-2017 в якості пілотного погоджено використання енергоблока №6 ВП ЗАЕС.

#### **8. НП 306.2.210-2017 «Загальні вимоги до управління старінням елементів і конструкцій та довгострокової експлуатації енергоблоків атомних станцій»**

Наказом Держатомрегулювання №136 від 13.04.2017 затверджено нормативний документ НП 306.2.210-2017 «Загальні вимоги до управління старінням елементів і конструкцій та довгострокової експлуатації енергоблоків атомних станцій».

Відповідно до Наказу Держатомрегулювання №136 від 13.04.2017 «Про вдосконалення нормативно-правових актів з питань управління старінням атомних станцій» ДП «НАЕК«Енергоатом» видано розпорядження №488-р від 12.06.2017 Про впровадження НП 306.2.210-2017». На виконання даного розпорядження на ВП ЗАЕС випущений Наказ №ОД-804 від 11.07.2017. Відповідно до цього Наказу до 18.12.2017 виконаний аналіз відповідності ВП ЗАЕС вимогам НП 306.2.210 2017 [139].

За результатами аналізу підтверджено відповідність цим вимогам діяльності ВП ЗАЕС, відступи відсутні. Діяльність з управління старінням елементів і конструкцій і довгостроковій експлуатації енергоблока №5 ВП ЗАЕС ведеться з урахуванням даних ВИМОГ.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 50 |

Листом Держатомрегулювання вих. №15-28/2231 від 04.04.2018 за результатами аналізу відповідності умов та меж безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам НП 306.2.210-2017 [139] підтверджено відсутності необхідності розробки додаткових заходів і пропонує ДП «НАЕК«Енергоатом» організувати перегляд СОУ НАЕК 141:2017 «Управление старением элементов и конструкций энергоблока АЭС. Общие требования» та СОУ НАЕК 080:2014 «Долгосрочная эксплуатация действующих энергоблоков АЭС. Общие требования» з метою врахування положень НП 306.2.210-2017 [139].

В СОУ НАЕК 080:2014[309] и СОУ НАЕК 141:2017[25] внесені відповідні зміни з метою врахування положень НП 306.2.210-2017 [139].

***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки***

Діяльність з управління старінням елементів і конструкцій і довгострокової експлуатації енергоблока №5 ВП ЗАЕС ведеться з урахуванням вимог НП 306.2.210-2017 [139].

Відповідно до листа Держатомрегулювання вих. №15-28/2231 від 04.04.2018 в СОУ НАЕК 080:2014 і СОУ НАЕК 141:2017 внесені відповідні зміни з метою врахування положень НП 306.2.210-2017 [139].

Таким чином, умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

**9. НП 306.2.218-2018 «Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки»**

Наказом Держатомрегулювання №140 від 03.04.2018 затверджено нормативний документ НП 306.2.218-2018 «Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки»[310].

У зв'язку з введенням в дію НП 306.2.218-2018 «Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки»[310] згідно Наказу Держатомрегулювання №140 від 03.04.2018, ДП «НАЕК«Енергоатом» видано розпорядження №720-р від 11.07.2018 «Про впровадження НП 306.2.218-2018». Для виконання даного розпорядження на ВП ЗАЕС випущено Вказівку №ОД-971 від 26.07.2018. Відповідно до цієї Вказівки виконано аналіз відповідності ВП ЗАЕС вимогам НП 306.2.218-2018[310].

На підставі аналізу розроблений «Перелік узагальнених організаційно-технічних заходів з впровадження НПА НП 306.2.218-2018 «Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки». Тривають роботи по усуненню експлуатуючою організацією зауважень Держатомрегулювання.

У зв'язку з виходом НП 306.2.218-2018[310] з метою конкретизації його положень ДП «НАЕК«Енергоатом» розробляється стандарт СОУ НАЕК «Локалізуючі системи безпеки атомних станцій. Технічні вимоги».

З метою недопущення зниження меж і умов безпечної експлуатації енергоблоків АЕС, листами Держатомрегулювання вих. №15-28/4141 від 25.06.2018 та вих. №15-46/1519-1669 від 05.02.2019 погоджено використання деяких пунктів ПНАЭГ 10-021-90 одночасно з НП 306.2.218-2018 до виходу стандарту СОУ НАЕК до 31.12.2020. На даний момент проект стандарту розроблений, проходить узгодження.

***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки***

Після узгодження будуть введені в дію документи «Перелік узагальнених організаційно-технічних заходів з впровадження НПА НП 306.2.218-2018 «Правила

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 51 |

улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки» і стандарт СОУ НАЕК «Локалізуючі системи безпеки атомних станцій. Технічні вимоги».

Діяльність по впровадженню НП 306.2.218-2018[310] виконується в установленому порядку. Таким чином, умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

#### **10. НП 306.2.221-2019 «Вимоги безпеки під час поводження з ядерним паливом»**

Наказом Держатомрегулювання №269 від 21.06.2019 затверджено нормативний документ НП 306.2.221-2019 «Вимоги безпеки під час поводження з ядерним паливом».

На підставі Розпорядження ДП «НАЕК«Енергоатом» №962-р від 18.09.2019« Про Впровадження НП 306.2.221-2019» виконаний аналіз відповідності умов та меж безпечного виконання ДП «НАЕК«Енергоатом» дозволених видів діяльності і розроблені «Заходи ДП «НАЕК «Енергоатом» із впровадження НП 302.2.221-2019 «Вимоги безпеки під час поводження з ядерним паливом». Тривають роботи по усуненню експлуатуючою організацією зауважень Держатомрегулювання.

##### ***Результати прогнозу до наступної періодичної переоцінки безпеки***

Після узгодження будуть введені в дію «Заходи ДП «НАЕК «Енергоатом» із впровадження НП 302.2.221-2019 «Вимоги безпеки під час поводження з ядерним паливом».

Діяльність по впровадженню НП 302.2.221-2019 виконується в установленому порядку. Таким чином, умови підтримання належного рівня безпеки будуть достатні при експлуатації енергоблока №5 до наступної періодичної переоцінки безпеки.

#### **2.1.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-1 «Проект енергоблока»**

В ході оцінки фактора безпеки «Проект енергоблока» підтверджено, що концепція безпеки і поточна проектна конфігурація енергоблока №5 в основному відповідають сучасним національним і міжнародним вимогам для експлуатованих енергоблоків. Виявлені відхилення від вимог сучасних НД з безпеки не перешкоджають безпечної експлуатації енергоблока, тим не менш, всі відхилення проаналізовані в частині їх впливу на безпеку, розроблено та послідовно реалізуються заходи щодо пом'якшення впливу відступу або по ліквідації відступів. Виконано поглиблений аналіз безпеки енергоблока, тривають роботи з обліку всіх можливих ІСА для всіх регламентних станів енергоблока.

Проаналізовано поточний стан справ на ВП ЗАЕС з комплектацією архіву підприємства, архівів цехів і служб повним пакетом проектно-конструкторської документації та також виробничо-технічною документацією, що забезпечує можливість безпечної експлуатації енергоблока, технічного обслуговування і ремонту його споруд, систем та елементів. Результати аналізу показали, що на ВП ЗАЕС є достатній комплект проектно-конструкторської документації для забезпечення безпечної експлуатації енергоблока №5.

Реалізація заходів «Комплексної (зведеної) програми підвищення безпеки енергоблоків АЕС України» до кінця 2020 року (для енергоблока №5 ВП ЗАЕС) дозволить в максимально можливій мірі, наскільки це технічно і економічно розумно, підвищити рівень безпеки енергоблока. В Табл. 28 ФБ-1 [9] наведено повний перелік заходів КзПБ енергоблока №5 ВП ЗАЕС із зазначенням стану реалізації заходів.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 52 |

Проведений аналіз ФБ-1, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.

## **2.2 Фактор безпеки №2 «Поточний технічний стан систем і елементів енергоблока»**

Завданням аналізу фактора безпеки «Поточний стан систем, споруд і елементів енергоблока» є:

- проведення дослідження з визначення відповідності поточного стану систем, споруд і елементів енергоблока № 5 ЗАЕС, важливих для безпеки, проектним вимогам;
- визначення поточного стану споруд, систем і елементів, важливих для безпеки енергоблока № 5 ЗАЕС;
- підтвердження того, що стан споруд, систем і елементів, важливих для безпеки енергоблока № 5 ЗАЕС, відповідає своєму проектному призначенню в частині виконання покладених на них функціональних завдань, у тому числі функції безпеки;
- підтвердження ефективного здійснення на АЕС заходів щодо технічного обслуговування й ремонту споруд, систем і елементів, важливих для безпеки, періодичним функціональним випробуванням, діагностиці й контролю стану, у тому числі контролю металу й метрологічного забезпечення;
- підтвердження існування ефективної системи документування стану споруджень, систем і елементів, важливих для безпеки.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянутий у документі ЗППБ Фактор безпеки №2 «Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 2. Текущее техническое состояние систем и элементов энергоблока. Том 1-4» 21.5.59.ОППБ.02» [18].

### **2.2.1 Метод і критерії оцінки**

При розробці ЗППБ застосовується метод експертної оцінки на основі порівняльного аналізу з якісних і кількісних критеріїв. У ФБ-2 [18] виконаний аналіз поточного стану систем, споруд і елементів енергоблока відповідно до вимог нормативної документації (п.5.2, п.6.2.2 СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6], Додаток 1 НП 306.2.099-2004 [5]).

Таким чином, з урахуванням експертної оцінки були виконані обробка матеріалів і аналіз результатів, а саме:

- проаналізована система технічного обслуговування й ремонту систем і елементів, важливих для безпеки;
- проаналізована система метрологічного забезпечення, у тому числі система діагностики й контролю стану систем і елементів, важливих для безпеки;
- визначений перелік і проведена оцінка поточного стану елементів, які не підлягають заміні з метою оцінки можливості їх довгострокової експлуатації в понадпроектний період;
- проведена оцінка поточного стану елементів, які підлягають заміні;
- зроблені узагальнюючі висновки, які підтверджують, що стан систем і елементів, важливих для безпеки, забезпечує виконання покладених на них функціональних завдань.

Критерії позитивної оцінки даного фактора безпеки наступні:

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 53 |

- технічний стан споруд, систем і елементів, важливих для безпеки, відповідає, і буде відповідати в період понадпроектної експлуатації, своєму проектному призначенню в частині виконання покладених на них функціональних завдань, у тому числі функції безпеки;

- на ЗАЕС розроблені й ефективно виконуються заходи з технічного обслуговування та ремонту споруд, систем і елементів, важливих для безпеки, їх періодичного функціонального випробування, діагностики й контролю стану, у тому числі контролю металу й метрологічного забезпечення;

- на ЗАЕС існує ефективна система документування стану споруд, систем і елементів, важливих для безпеки.

Більш детально критерії оцінки даного фактора безпеки перераховані нижче.

*Контроль стану систем і елементів, важливих для безпеки*

На енергоблоці №5 існує й ефективно реалізується система діагностики й контролю стану обладнання та елементів, важливих для безпеки, у тому числі:

- діагностика основних параметрів систем і елементів, важливих для безпеки;
- випробування й перевірка систем і елементів, важливих для безпеки, з метою підтвердження їх функціональної працездатності;
- контроль цілісності посудин і трубопроводів;
- документування й надійне зберігання результатів діагностики та контролю стану систем і елементів, важливих для безпеки, а також бази даних про їхній вихідний стан і характеристики використаних матеріалів.

*Технічне обслуговування й ремонт систем і елементів, важливих для безпеки*

На енергоблоці №5 існує ефективна система технічного обслуговування та ремонту системі елементів, важливих для безпеки, завданням якої є своєчасне відновлення й підтримка елементів у стані, що забезпечує виконання ними проектних функціональних завдань, у тому числі функцій безпеки.

Адміністрацією АЕС розроблена система технічного обслуговування й ремонту, у яку входять:

- нормативна документація (регламенти й інструкції) з технічного обслуговування та ремонту;
- графіки проведення ремонтів різних категорій;
- програми, методики проведення післяремонтних випробувань і перевірок;
- наявність необхідного ремонтного оснащення й технічних пристроїв;
- наявність необхідних запасних частин, змінного обладнання й елементів;
- надійне документування обсягів і результатів технічного обслуговування та ремонту систем і елементів;
- наявність ремонтного персоналу з необхідною кваліфікацією.

*Метрологічне забезпечення*

На енергоблоці №5 існує система метрологічного забезпечення, у тому числі, система діагностики й контролю стану систем і елементів, важливих для безпеки.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 54 |

### *Технічний стан систем і елементів важливих для безпеки*

Стан систем і елементів енергоблока №5, важливих для безпеки, забезпечує виконання покладених на них функціональних завдань.

#### **2.2.2 Результати оцінки**

##### **2.2.2.1 Аналіз існуючих на АЕС переліків систем, споруд і елементів, важливих для безпеки, із зазначенням їх класифікації**

Перелік усіх систем, елементів і конструкцій енергоблока №5 ВП ЗАЕС із зазначенням їх класифікації згідно НП 306.2.141-2008 [3] наведено в частинах 1-4 книги 8 документа «Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Отчет по анализу безопасности. Дополнительные материалы по анализу безопасности» [163, 164, 165, 166].

Місця зберігання (ДП «НАЭК «Энергоатом», САБ ВП ЗАЕС в електронному вигляді у форматі pdf, тех. архів ВП ЗАЕС) і процедури внесення змін у класифікатори виконуються відповідно до ПЛ-Д.0.18.425-14 [19].

Положення [19] визначає порядок супроводу підрозділами Компанії ЗАБ енергоблоків ВП АЕС, а саме:

- порядок коректування й внесення змін до ЗАБ підрозділами Компанії з урахуванням нормативних вимог до оновлення матеріалів ЗАБ;
- порядок направлення матеріалів ЗАБ у державні органи регулювання й нагляду;
- розподіл відповідальності між підрозділами й посадовими особами в процесі супроводу ЗАБ і його коректування (розробка, узгодження та затвердження змін в ЗАБ).

Положення [19] визначає перелік документів і вимог, які необхідно розробити й виконати на певних етапах розробки змін до ЗАБ, а також вимоги до змісту цих документів.

Положення [19] визначає періодичність оновлення й перевидання матеріалів ЗАБ.

ПЛ-Д.0.18.425-14 [19] перебуває у фонді виробничої документації Дирекції Компанії (оригінал), а також у підрозділах Дирекції Компанії та ВП АЕС, відповідальних за розробку й узгодження документів відповідно до [19].

##### **2.2.2.2 Опис існуючої системи випробувань, діагностики, контролю стану, контролю обладнання та елементів, важливих для безпеки**

Системи, важливі для безпеки, а також окремі їхні елементи підлягають перевіркам працездатності протягом усього строку експлуатації. Перевірки СВБ проводяться згідно з розробленими підрозділами-власниками обладнання програмами у строки, які встановлені графіками перевірок СВБ. Випробування діляться по своєму призначенню на передремонтні, приймально-здавальні (післяремонтні) і регламентні, установлені проектом.

Передремонтні випробування виконуються перед виводом обладнання в ремонт та призначені для уточнення дефектації виведеного в ремонт обладнання.

У якості передремонтних випробувань можуть бути використані останні перед виводом енергоблока в ППР експлуатаційні випробування.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 55 |

Післяремонтні випробування проводяться для підтвердження характеристик системи (обладнання) вимогам проекту після ремонту. Результати проведення післяремонтних випробувань, поряд з іншими наданими документами, є підставою для приймання СВБ в експлуатацію після ППР енергоблока комісією з комплексного приймання з капітального та середнього ремонту СВБ.

До регламентних належать випробування, проведені:

- під час пуску енергоблока після ППР;
- після зупинки для виконання поточного ремонту;
- після короткочасної зупинки енергоблока з розхолодженням РУ;
- після короткочасної зупинки енергоблока без розхолодження РУ;
- після тривалої зупинки, пов'язаної з диспетчерськими обмеженнями;
- випробування, проведені для підтвердження працездатності обладнання каналів СБ періодично, по затвердженому ГІ(ПЗГД) графіку або за необхідності виводу каналу СБ у ремонт для усунення відмови. Крім зазначених випробувань, на вимогу Держатомрегулювання України можуть проводитися позачергові випробування СВБ.

Ціль і критерії успішності регламентних випробувань встановлюються у проекті, обґрунтовуються в ЗАБ і наведені в ТРБЕ [68].

Випробування та перевірки СВБ і їх окремих елементів проводяться відповідно до встановленого порядку.

Організація проведення:

- на підставі дозволеної ГІ (ПЗГД) заявки, яка надана начальником (заступником начальника по експлуатації) цеху, відповідального за безпечну експлуатацію відповідного обладнання;
- з дозволу НЗ АЕС;
- під загальним керівництвом НЗЕБ;
- під безпосереднім керівництвом НЗ цеху, в оперативному обслуговуванні якого перебуває обладнання;
- при технічному супроводі представника підрозділу АЕС, відповідального за технічне керівництво й документування результатів.

Проведенню перевірок передують підготовчі операції та заходи з безпеки, які наведені у відповідних програмах і інструкціях з експлуатації.

Перевірки вважаються успішними, якщо в результаті підтверджена працездатність усього обладнання СВБ, що перевіряється, і результати відповідають критеріям успішності проведення робіт.

Виявлені відмови обладнання, що приводять до порушення функціональної працездатності СВБ, реєструються. Причини відмов повинні аналізуватися й усуватися з реєстрацією способів усунення. Після усунення причин відмов обладнання, випробування повторюються.

Персонал, що виконує роботи, атестований в обсязі посадових інструкцій і ознайомлений з документацією, що визначає порядок виконання перевірок.

Критерії успішності проведення випробувань і перевірок зазначені в ТРБЕ, інструкціях з експлуатації, картах уставок, програмах виконання робіт, ТУ.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 56 |

Перевірки та випробування СВБ, згідно з нормативними вимогами виконуються по робочих програмах, затверджених ГІ(ПЗГД) і розроблених на основі технологічного регламенту безпечної експлуатації енергоблока з урахуванням вимог робочого регламенту випробувань.

### **Виконання розрахунків на міцність**

У межах робіт з підтвердження функціональних і надійнісних характеристик обладнання та трубопроводів енергоблока №5, у т.ч. протягом періоду понадпроектної експлуатації, для кожного елемента енергоблока, на який поширюється ПНАЭ Г-7-008-89 [20] і який, відповідно до НП 306.2.141-2008 [3] виконує функції аварійного зупину реактора, переводу його в підкритичний стан і підтримки в цьому стані, аварійного відводу тепла, утримання радіоактивних речовин у встановлених межах, був проведений аналіз на предмет:

- наявності розрахунків на міцність;
- відповідності даних розрахунків вимогам ПНАЭ Г-7-002-86 [167].

Для елементів за необхідності виконані розрахунки, які були відсутні, або уточнюючі розрахунки на міцність згідно ПНАЭ Г-7-002-86 [167].

Інформація про результати уточнюючих розрахунків на міцність для елементів, які не підлягають заміні, представлено в ФБ-4 [24].

Основна інформація про проектні основи наведена у звіті з фактору безпеки ФБ-1 «Проект енергоблока» [9].

Розрахунки на міцність (відповідно до вимог листа Держатомрегулювання №15-31/147 від 11.01.2008) проводилися в рамках робіт із продовження строку експлуатації обладнання й трубопроводів енергоблока №5.

ПСЕ обладнання та трубопроводів енергоблока №5 проводилося по наступних групах:

#### ***1 Реактор***

У рамках робіт із продовження строку експлуатації виконані розрахунки на міцність, які увійшли в наступні звіти:

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации внутрикорпусных устройств реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчет ВКУ на статическую и циклическую прочность, сопротивление хрупкому разрушению. Оценка устойчивости, вибропрочности и сейсмостойкости ВКУ энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации опорных элементов реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование безопасной эксплуатации опорных элементов реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации опорных элементов реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование статической и циклической прочности корпуса реактора, верхнего блока и деталей главного уплотнения реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 57 |

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации опорных элементов реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 2. Расчетное обоснование корпуса реактора, верхнего блока и деталей главного уплотнения реактора при сейсмических воздействиях энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации опорных элементов реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 3. Расчетное обоснование хрупкой прочности корпуса реактора, энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

### ***2 Обладнання I контуру (ПГ, КТ, ББ, ГЄ САОЗ, ГЦТ, трубопроводи КТ і САОЗ)***

Розрахунки на міцність обладнання I контуру увійшли в наступні звіти:

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока главных циркуляционных насосов энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование безопасной эксплуатации главных циркуляционных насосов энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации парогенераторов энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование безопасной эксплуатации парогенераторов энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации компенсатора давления энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование безопасной эксплуатации компенсатора давления энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации ГЕ САОЗ энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование безопасной эксплуатации ГЕ САОЗ энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначаемого срока эксплуатации барботажного бака энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование безопасной эксплуатации барботажного бака энергоблока №5 ОП ЗАЭС»;

- «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначаемого срока эксплуатации трубопроводов систем КД, САОЗ и ГЦТ энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Том 1. Расчетное обоснование безопасной эксплуатации трубопроводов систем КД, САОЗ и ГЦТ энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

### ***3 Трубопроводи СВБ РВ та РДЕС***

Результати розрахункових обґрунтувань безпечної експлуатації трубопроводів СВБ РВ та РДЕС представлені в «Итоговом отчете по оценке технического состояния и возможности продления срока эксплуатации трубопроводов энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

### ***4 Посудини й теплообмінники РВ***

Результати розрахункових обґрунтувань безпечної експлуатації посудин і теплообмінників РВ наведені в «Итоговом отчете по оценке технического состояния и возможности продления срока эксплуатации сосудов и теплообменников энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 58 |

### ***5 Теплообмінники аварійного й планового розхолодження, теплообмінники розхолодження басейну витримки***

Результати розрахункових обґрунтувань безпечної експлуатації ТОАР (5TQ10W01, 5TQ20W01, 5TQ30W01) и ТОРБВ (5TG11W01, 5TG12W01, 5TG13W01) наведені в «Итоговом отчете по оценке технического состояния и возможности продления срока эксплуатации ТОАР и ТОРБВ энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

### ***6 Насосне обладнання РВ***

Розрахунки на міцність насосного обладнання РВ увійшли в технічний звіт «Итоговый отчет по оценке технического состояния и возможности продления срока эксплуатации насосного оборудования энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

### ***7 Арматура РВ та РДЕС***

Результати розрахункових обґрунтувань безпечної експлуатації корпусів арматури РВ та РДЕС представлені в «Итоговом отчете по оценке технического состояния и возможности продления срока эксплуатации корпусов арматуры СВБ РО, РДЭС энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

### ***8 Балони пускового повітря РДЕС (обладнання АСД-5600)***

Результати розрахункових обґрунтувань безпечної експлуатації балонів пускового повітря РДЕС представлені в «Итоговом отчете о техническом состоянии и возможности продления срока эксплуатации баллонов пускового воздуха РДЭС энергоблока №5 ОП ЗАЭС».

Результати розрахунків наведено в підрозділі 2.3.5. ФБ-2 [18] і ФБ-4 [24].

Розроблено Технічне рішення 00.ЗС.00.ТР.11363 від 21.05.2015 року «О вводе в действие сейсмических характеристик площадки Запорожской АЭС в качестве исходных данных для оценки сейсмостойкости оборудования, трубопроводов, зданий и сооружений энергоблоков №1-6 и ОСО», яке погоджене Держатомрегулювання листом від 30.07.15 №18-29/4-4832.

Згідно ТР 00.ЗС.00.ТР.11363 для оцінки сейсмостійкості будівель і споруд, обладнання, трубопроводів, розмічених на поверхні майданчика енергоблока №5 ВП ЗАЕС, з метою максимального обліку всіх можливих сейсмічних впливів на майданчику ЗАЕС, у якості вихідних даних використовувалася, огинаюча спектральних прискорень (узагальнений спектр), отриманих для МРЗ (1-й категорії сейсмостійкості), ПЗ (2-й категорії сейсмостійкості) на вільній поверхні ґрунту, за результатами детерміністичного й імовірнісного підходів ( $PGA(МРЗ) = 0,17g$ ,  $PGA(ПЗ) = 0,085g$ ).

Згідно з «Планом заходів щодо оцінки сейсмічної небезпеки й перевірки сейсмостійкості діючих АЕС» розроблений «Перелік обладнання, трубопроводів, будинків і споруджень енергоблока №5 ОП «Запорізька АЕС», для яких необхідно виконати обґрунтування стійкості до сейсмічних впливів». До Переліку включені елементи, розрахунки сейсмостійкості яких виконуються як по заходу №10101 КзПБ [15] (кваліфікація обладнання), так і по заходу КзПБ №18101.

Відповідно до заходу №18101 «Забезпечення сейсмостійкості систем і будівельних конструкцій» КзПБ [15] для систем, конструкцій і елементів, будинків і

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 59 |

споруджень Запорізької АЕС виконані розрахунки запасу сейсмостійкості в рамках робіт із продовження строку експлуатації.

Перелік технічних звітів, розроблених в рамках виконання заходу КЗПБ №18101 на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС:

- Звіт «Розрахункове обґрунтування запасу сейсмостійкості трубопроводів з формуванням переліку компенсуючих заходів»;
- Звіт «Результаты расчетов на прочность и сейсмостойкость подземных трубопроводов системы технического водоснабжения ответственных потребителей энергоблока № 5 ОП ЗАЭС» 75.67-01.00-18-ИД;
- «Итоговый отчет. Обеспечение сейсмостойкости элементов, систем и сооружений, важных для безопасности. Книга 1. Здания и сооружения энергоблока № 5, общестанционные здания и сооружения» 75.111-00.04.5-02-18-ПР;
- «Итоговый отчет об оценке сейсмостойкости и квалификации оборудования информационно-управляющих систем энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия» №05.ЗАЭС.75/225-18.ОТ.03;
- «Итоговый отчет об оценке сейсмостойкости и сейсмической квалификации электротехнического оборудования энергоблока № 5 ОП ЗАЭС» 05.ЗАЭС.75/217-18.ОТ.03;
- «Итоговый отчет. Результаты выполнения расчетов прочности и запасов сейсмостойкости воздухопроводов и элементов вентиляционных систем важных для безопасности энергоблока № 5 ОП ЗАЭС»;
- Звіт «Розрахункове обґрунтування запасу сейсмостійкості арматур з формуванням переліку компенсуючих заходів» (У процесі узгодження з Держатомрегулювання);
- Звіт «Розрахункове обґрунтування запасу сейсмостійкості обладнання з формуванням переліку компенсуючих заходів» (У процесі узгодження з Держатомрегулювання).

Сейсмічна кваліфікація обладнання систем вентиляції і кондиціонування, електротехнічного обладнання і обладнання інформаційних керуючих систем виконана в повному обсязі, звітні документи узгоджені з ДІЯРУ. Певна частина звітних матеріалів ще проходить процес погодження, який буде завершено до кінця ППР-2020.

Оцінка сейсмостійкості для обладнання та трубопроводів систем вентиляції і кондиціонування, будівель і споруд, електротехнічного обладнання і обладнання інформаційних керуючих систем, трубопроводів РВ виконана в повному обсязі, звітні документи узгоджені з ДІЯРУ. Для звітів з сейсмостійкості обладнання та арматури, ще проходить процес погодження, який буде завершено до кінця ППР-2020.

Встановлений термін завершення цих робіт, згідно з погодженим Держатомрегулюванням План-графіком [233], для заходу № 18101 31.12.2020. Детальна інформація щодо поточного стану і наявних на цей час результатів робіт з оцінки сейсмостійкості КСЕ енергоблока № 5 ЗАЕС наведена у матеріалах ФБ № 2 [18] і ФБ-4 [24].

### **Інформаційна підтримка поточної експлуатації**

У ВП ЗАЕС впроваджена Українська база даних з надійності (УБДН), що містить всю інформацію про надійність експлуатації конструкцій, систем і елементів усіх

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 60 |

українських АЕС. Ця база даних використовується для планування технічного обслуговування й заміни нового обладнання, а також для розміщення на нього замовлень. Також підтримується управління старінням.

На ЗАЕС ведеться постійний супровід експлуатації й підтримка зазначеної бази даних в актуальному стані.

У документі «Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 2. Текущее состояние систем, сооружений и элементов энергоблока №5. Том 1» наведені результати випробувань та перевірок систем безпеки й СВБ (розділ. 2.3.3.5).

### **Керуючі системи безпеки й системи контролю, керування й підсистеми діагностики**

На енергоблоці №5 Запорізької АЕС контроль, керування й діагностику всіх технологічних систем, включаючи системи й елементи важливі для безпеки, забезпечує АСУ ТП енергоблока.

Системи й елементи АСУ ТП виконують наступні функції:

- своєчасне виявлення та оцінку аварійної ситуації;
- діагностику стану технологічного обладнання;
- виключення помилок оператора за рахунок функціонування автоматичного керування, блокувань і захистів.

До складу обладнання системи АСУ ТП входить:

- периферійне обладнання, що містить у собі первинні прилади й ПВП, імпульсні трубки та арматура, гермопроходки, з'єднувальні кабелі та коробки затискачів, виконавчі механізми, складання засувок;
- центральне обладнання, що містить у собі індивідуальні засоби контролю й керування (вторинні прилади, ключі керування, табло попереджувальної й аварійної сигналізації), щитові пристрої, засоби обчислювальної техніки, що здійснюють збір, обробку й зберігання даних, видачу інформації оперативному персоналу, діагностику й реєстрацію стану технологічного обладнання, систем, і технічних засобів АСУ ТП.

Функціональна достатність АСУ ТП забезпечується технічними характеристиками встановленого обладнання та структурою побудови схеми АСУ ТП у цілому.

АСУ ТП є єдиною системою керування й інформації із усього енергоблока, включаючи реакторну установку й турбогенераторну установку з допоміжним обладнанням реакторного та турбінного відділень.

АСУ ТП є багаторівневою АСУ безперервно-дискретним технологічним процесом на АЕС, що відноситься до «автоматичного» типу з більшою (більш 2500) кількістю контрольованих технологічних мінливих і високим рівнем функціональної надійності.

АСУ ТП енергоблока №5 ВП ЗАЭС задовольняє вимогам НП 306.2.141-2008 [3], «Вимогам до сейсмостійкого проєктування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій» НП 306.2.208-2016 [44], а також «Вимогам з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних і керуючих систем, важливих для безпеки атомних станцій» НП 306.2.202-2015 [157].

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 61 |

### 2.2.2.3 Аналіз витраченої кількості циклів навантаження

Контроль зменшення проектного ресурсу обладнання енергоблока АЕС є необхідною умовою забезпечення безпечної й надійної експлуатації ядерної енергетичної установки. Відповідно до розрахункового проектного обґрунтування, одним з основних факторів, що визначають ресурс реакторної установки із ВВЕР, є циклічне навантаження.

Експлуатація реакторної установки енергоблока №5 ВП ЗАЕС здійснюється відповідно до ТРБЕ [68], який регламентує умови експлуатації для всіх проектних режимів, включаючи допустиму кількість режимів (циклів) за термін служби.

Кількість фактично наявних режимів у процесі експлуатації реакторної установки реєструється відповідно до «Положение о порядке учета циклов и режимов нагружения оборудования реакторной установки» 00.ОН.ПЛ.06-16 [143].

Проведена оцінка зменшення призначеного ресурсу проектних режимів експлуатації основного обладнання енергоблоків №1-6 ЗАЕС на предмет досягнення гранично-припустимої кількості циклів навантаження.

Номенклатура проектних режимів експлуатації основного обладнання енергоблока, що підлягають обліку, і гранично-припустима кількість циклів для кожного режиму наведено в наступних документах:

- «Технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока №5 Запорожской АЭС» 05.ГТ.00.РГ.01-19 [68];
- «Положение о порядке учета циклов и режимов нагружения оборудования реакторной установки» 00.ОН.ПЛ.06-16 [143];
- «Установка реакторная В-320. Технические условия» 320.00.00.000 ТУ, ГКАЭ ОКБ «Гидропресс», 1979 [30];
- «Установка реакторная В-320. Пояснительная записка. Описание проектных режимов» 320.00.00.000 ПЗ1 ГКАЭ ОКБ «Гидропресс», 1979.

Основними джерелами інформації про цикли й експлуатаційні режими енергоблоків ВП ЗАЕС є:

- оперативні журнали;
- журнали дефектів обладнання ;
- графіки зупинки (пуску) енергоблоків ВП ЗАЕС;
- графіки випробувань, перевірок захисту і обладнання систем безпеки;
- графіки проведення технічного обслуговування, переходів і випробування обладнання;
- акти результатів випробувань обладнання ;
- звіти про відхилення та порушення у роботі ВП ЗАЕС.

У таблиці нижче наведені відомості щодо використаних циклів навантаження для всього обладнання та трубопроводів РУ енергоблока №5 станом на 31.12.2019.

| Номер режиму                  | Найменування режиму                                 | Проектна кількість циклів | Фактична кількість циклів | Залишок на кінець періоду | Вироблення ресурсу, % |
|-------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1 Нормальна експлуатація (НЕ) |   |                           |                           |                           |                       |
| 1.1.1                         | Заповнення робочим середовищем, ущільнення реактора | 100                       | 33                        | 67                        | 33                    |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 62 |

| Номер режиму | Найменування режиму  | Проектна кількість циклів | Фактична кількість циклів | Залишок на кінець періоду | Вироблення ресурсу, % |
|--------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1.1.2        | Заповнення робочим середовищем, ущільнення ГЦК і КТ  | 60                        | 26                        | 34                        | 43                    |
| 1.2.1.1      | Роздільне гідровипробування по першому і другому контурах. Роздільне гідравлічне випробування по першому контуру на щільність  | 110                       | 83                        | 17                        | 75                    |
| 1.2.1.2      | Роздільне гідровипробування по першому і другому контурах. Роздільне гідравлічне випробування по першому контуру на міцність   | 20                        | 12                        | 18                        | 60                    |
| 1.2.2.1      | Роздільне гідровипробування по першому і другому контурах. Роздільне гідравлічне випробування по другому контуру на щільність. | 100                       | 40                        | 60                        | 40                    |
| 1.2.2.2      | Роздільне гідровипробування по першому і другому контурах. Роздільне гідравлічне випробування по другому контуру на міцність   | 30                        | 11                        | 19                        | 37                    |
| 1.3          | Плановий розігрів РУ з «холодного» стану зі швидкістю не більше 20 °С/год  | 130                       | 71                        | 59                        | 55                    |
| 1.6          | Хибне спрацювання аварійного захисту реактора  | 150                       | 13                        | 137                       | 9                     |
| 1.7.1        | Відключення ГЦН-1  | 200                       | 16                        | 184                       | 8                     |
| 1.7.2        | Відключення ГЦН-2  | 200                       | 12                        | 188                       | 6                     |
| 1.7.3        | Відключення ГЦН-3  | 200                       | 8                         | 192                       | 4                     |
| 1.7.4        | Відключення ГЦН-4  | 200                       | 4                         | 196                       | 2                     |
| 1.8.1        | Включення ГЦН-1  | 230                       | 14                        | 216                       | 6                     |
| 1.8.2        | Включення ГЦН-2  | 230                       | 9                         | 221                       | 4                     |
| 1.8.3        | Включення ГЦН-3  | 230                       | 9                         | 221                       | 4                     |
| 1.8.4        | Включення ГЦН-4  | 230                       | 3                         | 227                       | 1                     |
| 1.9          | Відключення ПВД з подальшим їх включенням  | 300                       | 32                        | 268                       | 11                    |
| 1.10         | Випробування запобіжних клапанів КТ  | За регламентом            | 58                        | -                         | -                     |
| 1.11         | Випробування запобіжних клапанів ПГ  | За регламентом            | 45                        | -                         | -                     |
| 1.12         | Випробування пасивного вузла САОЗ  | 50                        | 15                        | 35                        | 30                    |
| 1.13         | Планове розхолодження до «холодного» стану зі швидкістю не більше 30 °С/год  | 90                        | 74                        | 16                        | 82                    |
| 1.14.1       | Спорожнення та разущільнення реактора  | 100                       | 33                        | 67                        | 33                    |
| 1.14.2       | Спорожнення та разущільнення   | 60                        | 26                        | 34                        | 43                    |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 63 |

| Номер режиму                              | Найменування режиму  | Проектна кількість циклів | Фактична кількість циклів | Залишок на кінець періоду | Вироблення ресурсу, % |
|---|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
|   | ня ГЦК і КТ  |                           |                           |                           |                       |
| 2 Порушення нормальної експлуатації (ННЕ) |  |                           |                           |                           |                       |
| 2.1                                       | Знеструмлення ГЦН  | 30 (на один насос)        | 0                         | 30                        | 0                     |
| 2.1.1                                     | Знеструмлення ГЦН-1  | 30 (на один насос)        | 6                         | 24                        | 20                    |
| 2.1.2                                     | Знеструмлення ГЦН-2  | 30 (на один насос)        | 7                         | 23                        | 23                    |
| 2.1.3                                     | Знеструмлення ГЦН-3  | 30 (на один насос)        | 3                         | 27                        | 10                    |
| 2.1.4                                     | Знеструмлення ГЦН-4  | 30 (на один насос)        | 4                         | 26                        | 13                    |
| 2.2                                       | Закриття стопорних клапанів турбіни  | 150                       | 16                        | 134                       | 11                    |
| 2.3                                       | Повне знеструмлення АЕС  | 10                        | 0                         | 10                        | 0                     |
| 2.4                                       | Припинення подачі живильної води в ПГ  | 30                        | 0                         | 30                        | 0                     |
| 2.5                                       | Некерований витяг групи ОР СУЗ з активної зони   | 30                        | 0                         | 30                        | 0                     |
| 2.6                                       | Зниження концентрації борної кислоти в теплоносії внаслідок порушень в системі борного регулювання           | 30                        | 0                         | 30                        | 0                     |
| 2.7                                       | Режим течі ПГ: розрив трубки теплообміну   | 30                        | 0                         | 30                        | 0                     |
| 2.8                                       | Хибне впорскування в КТ від штатного вузла підживлення з температурою води від 60 до 70 °С                   | 10                        | 0                         | 10                        | 0                     |
| 2.9                                       | Раптовий перехід на підживлення першого контуру з температурою води від 60 до 70 °С                          | 30                        | 0                         | 30                        | 0                     |
| 2.10.1                                    | Режим аварійного відхилення частоти в мережі від 50,5 до 51 Гц - до 10 с, але не більше 60 с на рік          | 10                        | 0                         | 10                        | 0                     |
| 2.10.2                                    | Режим аварійного відхилення частоти в мережі від 49 до 48 Гц - до 5 хв, але не більше 25 хв на рік           | 20                        | 0                         | 20                        | 0                     |
| 2.10.3                                    | Режим аварійного відхилення частоти в мережі від 48 до 47 Гц - до 1 хв, але не більше 6 хв на рік            | 15                        | 0                         | 15                        | 0                     |
| 2.10.4                                    | Режим аварійного відхилення частоти в мережі від 47 до 46 Гц - до 10 с, але не частіше одного разу на 3 роки | 10                        | 0                         | 10                        | 0                     |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 64 |

| Номер режиму                        | Найменування режиму  | Проектна кількість циклів                      | Фактична кількість циклів | Залишок на кінець періоду | Вироблення ресурсу, % |
|-------------------------------------|--|--|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 2.11                                | Режими роботи при порушенні тепловідведення з ГО (зони локалізації аварій)   | 30   | 0                         | 30                        | 0                     |
| 2.12                                | Прискорене розхолодження РУ зі швидкістю 60 °С/год при температурі першого контуру в межах від номінального значення до 220 °С | 10   | 0                         | 10                        | 0                     |
| 2.13                                | Спрацьовування системи ППЗ   | 150  | 28                        | 122                       | 19                    |
| 2.14                                | Сумарне число режимів з порушеннями нормальної експлуатації  | 300  | 64                        | 236                       | 21                    |
| <b>3 Аварійні ситуації і режими</b> |  |  |                           |                           |                       |
| 3.1                                 | Режим малої течі: розрив трубопроводу першого контуру Ду менш 100 мм   | 15   | 0                         | 15                        | 0                     |
| 3.2                                 | Режим великої течі: розрив трубопроводу першого контуру Ду більш 100 мм, включаючи Ду850                                       | 1  | 0                         | 1                         | 0                     |
| 3.3                                 | Незакриття запобіжного клапана КТ  | (3 для РУ в цілому) по одному на кожен клапан  | 0                         | 3                         | 0                     |
| 3.4                                 | Незакриття запобіжного клапана ПГ  | (8 для РУ в цілому) по одному на кожен ЗК      | 0                         | 8                         | 0                     |
| 3.5                                 | Незакриття клапанів пристрою скидання пари з парогенераторів   | (8) по одному на кожен пристрій (ШРУ-А, ШРУ-К) | 0                         | 8                         | 0                     |
| 3.6                                 | Викид ОР СУЗ при розриві чохла приводу   | 5  | 0                         | 5                         | 0                     |
| 3.7                                 | Миттєве заклинювання ГЦН   | (4) по одному на ГЦН                           | 0                         | 4                         | 0                     |
| 3.7.1                               | Миттєве заклинювання ГЦН-1   | 1  | 0                         | 1                         | 0                     |
| 3.7.2                               | Миттєве заклинювання ГЦН-2   | 1  | 0                         | 1                         | 0                     |
| 3.7.3                               | Миттєве заклинювання ГЦН-3   | 1  | 0                         | 1                         | 0                     |
| 3.7.4                               | Миттєве заклинювання ГЦН-4   | 1  | 0                         | 1                         | 0                     |
| 3.8                                 | Розрив паропроводу ПГ  | (4) по одному на ПГ                            | 0                         | 4                         | 0                     |
| 3.9                                 | Розрив трубопроводу живильної води ПГ  | (4) по одному на ПГ                            | 0                         | 4                         | 0                     |
| 3.10                                | Розрив паропроводу колекто-  | 1  | 0                         | 1                         | 0                     |



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 65 |

| Номер режиму | Найменування режиму  | Проектна кількість циклів | Фактична кількість циклів | Залишок на кінець періоду | Вироблення ресурсу, % |
|--------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
|              | ра гострої пари  |                           |                           |                           |                       |
| 3.11         | Сумарне число аварійних режимів  | 30                        | 0                         | 30                        | 0                     |
| 3.12         | Аварія при проведенні транспортно-технологічних операцій з паливом і внутрішньо-корпусними пристроями реактора | -                         | 0                         | -                         | -                     |

З моменту введення в експлуатацію енергоблока №5 і до теперішнього часу ведеться чіткий облік напрацювання і циклів навантаження всього обладнання РУ. Для всіх проектних режимів кількість фактично зафіксованих режимів не перевищує допустимого значення. Інформація про циклах навантаження щорічно включається до складу річного звіту з оцінки поточного рівня експлуатаційної безпеки і направляється в установленому порядку в Держатомрегулювання і ДП «НАЕК «Енергоатом».

Оцінка технічного стану елементів здійснюється в рамках реалізації процедур поточної експлуатації в обсязі виконання ТОіР, технічного нагляду, експлуатаційного контролю стану основного металу, зварних з'єднань і наплавлень, перевірок та випробувань.

Положення «План-графіка виконання работ по переназначению циклов нагружения оборудования РУ энергоблоков ВВЭР-1000 с целью предотвращения их истощения в проектный и сверхпроектный сроки эксплуатации» [144] узгодженим Держатомрегулювання 03.04.2014 ісх.№18-13 / 2182 базуються на прогнозних оцінках вичерпання циклів. Відповідно до План-графіку [144] цикли навантаження для РУ енергоблока № 5 повинні бути змінені. Термін направлення в Держатомрегулювання рішення з перепризначення циклів навантаження обладнання енергоблока №5 – 2025 рік.

#### **2.2.2.4 Виконання на АЕС обстежень, неруйнуючого та лабораторного контролю матеріалів та обробка отриманих результатів.**

Роботи з контролю металу виконуються на підставі типових програм контролю, які поширюються на всі атомні електростанції України. На підставі типової програми на АЕС розробляється робоча програма контролю, яка містить у собі всю необхідну для роботи інформацію. Зміст типової програми відповідає вимогам п. 7.4 ПНАЭ Г-7-008-89 [20], робочої програми – п. 7.5 ПНАЭ Г-7-008-89 [20]. Звітна документація з контролю металу відповідає п.7.8 ПНАЭ Г-7-008-89 [20].

«Типовая программа периодического контроля состояния основного металла, сварных соединений, и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000 (ТППК-13)» ПМ-Т.0.03.061-13 [21] встановлює періодичність, методи й обсяги неруйнуючого контролю основного металу, зварених з'єднань і наплавлень обладнання та трубопроводів першого, другого контурів і допоміжних систем АЕУ з реакторною установкою ВВЕР-1000, визначає методику, організаційні й технічні вимоги при проведенні контролю, вимоги до засобів контролю, містить норми оцінки результатів контролю.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 66 |

В окремих випадках, коли контроль металу відповідно до даної програми виконати технічно неможливо, допускається відступ від типової програми по окремому технічному рішенню, погодженому у встановленому порядку.

Перегляд типової програми проводиться з періодичністю один раз у три роки.

Періодичність, методи, обсяги й методіку контролю внутрішнькорпусних пристроїв реактора (шахти, вигородки, блоку захисних труб), на які ПМ-Т.0.03.061-13 [21] не поширюється, установлює заводська «Інструкція по експлуатації реактора» 320.06.00.00.000ТО [22] Табл. 14.1, п. 5,6,7, ОКБ «Гидропресс».

Передбачається виконання візуального контролю (ВК) елементів внутрішнькорпусних пристроїв дистанційними засобами за допомогою телекамери із зазначеної в програмі періодичністю.

На підставі типової програми ПМ-Т.0.03.061-13 [21], на ЗАЕС щорічно, на кожний ППР розробляються робочі програми контролю для кожного енергоблока. Зміст робочих програм відповідає вимогам п.7.5 ПНАЭ Г-7-008-89 [20].

Згідно п. 8.2.9 ПНАЭ Г-7-008-89 [20] експлуатаційний (періодичний) контроль металу обладнання й трубопроводів передусь проведенню технічного опосвідчення. Результати контролю аналізуються перед проведенням технічного опосвідчення. За результатами аналізу, за результатами технічного опосвідчення, а також за результатами аналізу режимів експлуатації обладнання й трубопроводів комісією з технічного опосвідчення встановлюється (при необхідності) додатковий обсяг неруйнівного контролю.

У місцях, де контроль не може бути здійснений звичайними пристроями за умовами радіаційної обстановки або розміщення обладнання, передбачені відповідні дистанційні засоби для обстеження обладнання в цих зонах. На ЗАЕС до таких методів контролю можна віднести:

- ультразвуковий контроль (дистанційними засобами);
- телевізійний візуальний контроль;
- вихрострумний контроль.

Такий контроль проводиться у відповідності зі спеціально розробленими на ЗАЕС методичними документами та інструкціями, які вказуються в робочих програмах контролю.

За результатами контролю металу оформляється звітна документація.

У підрозділ-власник передається акт про виконання періодичного контролю металу обладнання й трубопроводів реакторного й турбінного відділень енергоблока в період ППР.

### **Періодичний контроль руйнуючими методами**

Разом з неруйнівним контролем, трубопроводи АЕС також підлягають періодичному контролю руйнуючими методами.

Контроль руйнуючими методами здійснюється шляхом вирізки зразків із трубопроводів, і випробування зразків у лабораторних умовах стандартними методами.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 67 |

Згідно п. 7.6.3 ПНАЭ Г-7-008-89 [20] контроль механічних властивостей трубопроводів руйнуючими й/або неруйнівні методами проводиться з періодичністю не рідше, чим через кожні 100 тисяч годин експлуатації.

Перелік систем контрольованих трубопроводів, зони контролю (зони вирізки зразків), порядок, методи контролю, методики контролю, норми оцінки якості та ін. встановлює «Типовая программа периодического контроля механических свойств металла трубопроводов АЭС с реакторами ВВЭР-1000» 03-51-16П (ТПКМ-10-01) [168]. Метою контролю по Типовій програмі ТПКМ-10-01 є: виявлення й фіксація змін механічних властивостей і структури металу трубопроводів із зазначеною вище періодичністю.

Перевірочні розрахунки виконуються відповідно до «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ» ПНАЭ Г-7-002-86 [167] спеціалізованою організацією.

На підставі вимог ТПКМ-10-01 розробляються окремі робочі програми експлуатаційного контролю для кожного енергоблока.

Робоча програма розробляється підрядною спеціалізованою організацією, узгоджується й затверджується на ЗАЕС.

#### **Дослідження зразків-свідків**

Під дією радіаційного навантаження, і при несприятливих умовах зміни температури й тиску теплоносія в перехідних і аварійних режимах може відбутися крихке руйнування корпусу реактора (КР). Крихке руйнування є найнебезпечнішим типом руйнування, оскільки воно відбувається миттєво без помітної контрольованої зміни розвитку деформацій і може привести до повного руйнування корпусу. Тому дані про розвиток процесу радіаційного окрихчення металу КР є важливими, з погляду безпечної експлуатації АЕС.

Для здійснення моніторингу стану металу реактора в процесі експлуатації, оцінки його технічного стану й оцінки опору матеріалу КР крихкому руйнуванню, а також з метою підтвердження призначеного проектом терміну служби й обґрунтування можливості продовження строку безпечної експлуатації КР, тобто визначення поточного й прогнозного стану елементів реактора, проводяться випробування зразків-свідків (ЗС).

Зразки-свідки виготовляються на заводі-виготовлювачі із припусків обичайок корпусу реактора й контрольних зварених проб з тою метою, щоб зразки містили в собі основний метал, метал звареного шва, метал зони термічного впливу (околошовної зони). Виготовлені ЗС завантажуються в реактор. Таким чином, стає можливим відстеження поведінки (зміни властивостей) як основного металу, так і звареного шва й зони термічного впливу в умовах нейтронного опромінення.

Порядок, обсяг і строки виконання робіт, а також основні вимоги до виготовлення, номенклатури, комплектації, місця установки, строкам вивантаження, методикам випробувань ЗС, звітності за результатами їх випробувань, вимоги до розробки й змісту робочих програм контролю властивостей металу КР ВВЕР-1000 за зразками-свідками, встановлює ПМ-Т.03.120-08 [23] «Типовая программа контроля свойств металла корпусов реакторов ВВЭР-1000 по образцам-свидетелям». Ця програма розроблена на підставі положень нормативних документів ПНАЭ Г-7-008-89 [20] и

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 68 |

ПНАЭ Г-7-002-86 [167] компанією ДП «НАЕК «Енергоатом» і погоджена Державною інспекцією ядерного регулювання України.

### **Виконання штатної програми ЗС КР**

До складу штатної програми ЗС КР енергоблока №5 ВП ЗАЕС входять [238, 239]:

- два комплекти контрольних зразків: 1К, 2К;
- шість комплектів опромінюються зразків: 1Л-6Л;
- шість комплектів температурних зразків: 1М-6М;
- індикатори нейтронного потоку і температури.

До теперішнього часу витягнуті і випробувані наступні комплекти ЗС матеріалів КР енергоблока №5 ВП ЗАЕС:

- перше вивантаження - 1993 року, після чотирьох кампаній роботи реактора, витягнуті комплекти опромінених зразків 1Л1-1Л4, 4Л1-4Л5 і комплект температурних зразків 1М;
- друге вивантаження - 1999 г., після десяти кампаній роботи реактора, витягнуті комплект опромінених зразків 2Л (крім збірки 2Л5) і комплект температурних зразків 5М;
- третє вивантаження - 2013 р, після двадцяти чотирьох кампаній роботи реактора, витягнутий комплект опромінених зразків 3Л і комплект температурних зразків 3М.

Комплекти ЗС першого і другого вивантажень були спрямовані в РНЦ КІ для проведення випробувань. ВП ЗАЕС від РНЦ КІ отримала звіти з результатами випробувань ЗС першого [240] і другого [241] вивантажень. Слід зазначити, що похибка визначення флюенса нейтронів для першого і другого вивантажень становить приблизно 14% і 20% відповідно.

Комплекти ЗС третього вивантаження були випробувані в ІЯД НАН України, результати дослідження яких відображені в звітах [242,243]. Для отримання достовірних даних виконані додаткові дослідження ЗС із застосуванням технології реконструкції зразків ОМ і МШ, проведено узагальнюючий комплексний аналіз радіаційного окрихчування металу КР. В аналіз були включені дані для комплектів першого і другого вивантаження, переоцінені в рамках міжнародного проекту TAREG, а також результати випробувань ЗС третього вивантаження.

### **Результати випробувань штатної програми ОС КР**

Результати випробувань показали, що ступінь охрупчівання ОМ і МШ знаходиться в межах нормативних вимог ПНАЭ Г-7-002-86 [167].

Максимальні флюенси швидких нейтронів, для яких визначено радіаційне окрихчування матеріалів КР, рівні:

- для ОМ –  $92,2 \cdot 10^{22}$  нейтр./м<sup>2</sup>;
- для МШ –  $76,9 \cdot 10^{22}$  нейтр./м<sup>2</sup>.

Усі результати контролю металу підлягають обов'язковому документуванню. Результати оформляються у вигляді протоколів, висновків, актів, звітів, які є звітною документацією, і підшиваються в паспорти обладнання (трубопроводів). Крім того, усі результати заносяться в журнали, окремі для кожного методу контролю, журнали зберігаються в службі контролю металу, і, у свою чергу, є обліковою документацією.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 69 |

Більш детальна інформація про процедуру документування результатів контролю наведена в пункті 2.3.4.1 тому 1 ФБ-2 [18].

### 2.2.2.5 Виконання оцінки поточного стану елементів, які не підлягають заміні

Відповідно до НП 306.2.141-2008 [3] необхідною умовою одержання дозволу на продовження строку експлуатації конструкцій, систем і елементів, важливих для безпеки, є виконання заходів щодо відновлення їх ресурсу або підтвердженню функціональних та надійнісних характеристик за результатами обстеження й оцінки технічного стану. Відповідно до п.9 розділу III НП 306.2.210-2017 [139] при оцінці технічного стану критичних елементів визначаються:

- поточний технічний стан елементів і конструкцій;
- відповідність поточного стану ОТС значенням, встановленим в нормативній, експлуатаційній та проектній документації;
- прогноз зміни поточного стану в період довгострокової експлуатації;
- механізми деградації, ефекти старіння і темпи їх розвитку;
- достатність існуючих заходів з управління старінням і їх доповнення за результатами ОТС (при необхідності);
- тривалість безпечної довгострокової експлуатації елементів і конструкцій на підставі результатів ОТС і аналізу старіння, що визначає термін служби;
- можливість, терміни і умови подальшої експлуатації елементів і конструкцій енергоблока.

Перелік елементів, що впливають на забезпечення надійної експлуатації енергоблока і які не підлягають заміні (критичні елементи), визначено в програмі 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 [24] та наведено в документі 21.5.59.ОППБ.04 [24].

Оцінка впливу старіння на елементи, які не підлягають заміні, та які включені до складу переліку програми 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 [24] виконана в ФБ-4 [24].

В даний час ОТС елементів, які не підлягають заміні, виконано. На підставі отриманих результатів ОТС ВП ЗАЕС розроблені рішення, в яких запропоновано продовжити строк експлуатації елементів:

| № п/п | Найменування             | Технологічне позначення | Клас, класифікаційне позначення по ЗПБУ | Дата введення в експлуатацію | Документ, що обґрунтовує ПСЕ     |
|-------|--------------------------|-------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Реактор корпус           | УС00                    | 1, 1Н                                   | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.465-20 [268] |
| 2     | Реактор кришка           |                         | 1, 1Н                                   | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.465-20 [268] |
| 3     | Шахта внутрішньокорпусна |                         | 1, 1Н                                   | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.474-20 [269] |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 70 |

| № п/п | Найменування                              | Технологічне позначення | Клас, класифікаційне позначення по ЗПБУ          | Дата введення в експлуатацію | Документ, що обґрунтовує ПСЕ      |
|-------|---|-------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|
| 4     | Вигородка                                 |                         | 2, 2Н  | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.474-20 [269] |
| 5     | Блок захисних труб                        |                         | 2, 2Н  | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.474-20 [269] |
| 6     | Кільце опорне                             |                         | 1, 1Н  | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.466-20 [270] |
| 7     | Кільце упорне                             |                         | 1, 1Н  | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.466-20 [270] |
| 8     | Компенсатор тиску                         | УР10В01                 | 2, 2Н  | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.468-20 [274] |
| 9     | Парогенератор № 1                         | УВ10W01                 | 1, 1Н – колектори першого контуру; 2, 2Н – решта | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.467-20 [271] |
| 10    | Парогенератор № 2                         | УВ20W01                 | 1, 1Н – колектори першого контуру; 2, 2Н – решта | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.467-20 [271] |
| 11    | Парогенератор № 3                         | УВ30W01                 | 1, 1Н – колектори першого контуру; 2, 2Н – решта | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.467-20 [271] |
| 12    | Парогенератор № 4                         | УВ40W01                 | 1, 1Н – колектори першого контуру; 2, 2Н – решта | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.467-20 [271] |
| 13    | Головний циркуляційний насос № 1 (корпус) | УD10D01                 | 2Н   | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.469-20 [275] |
| 14    | Головний циркуляційний насос № 2 (корпус) | УD20D01                 | 2Н   | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.469-20 [275] |
| 15    | Головний циркуляційний насос № 3 (корпус) | УD30D01                 | 2Н   | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РІШ.469-20 [275] |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 71 |

| № п/п | Найменування                              | Технологічне позначення | Клас, класифікаційне позначення по ЗПБУ | Дата введення в експлуатацію | Документ, що обґрунтовує ПСЕ     |
|-------|---|-------------------------|---|------------------------------|----------------------------------|
| 16    | Головний циркуляційний насос № 4 (корпус) | YD40D01                 | 2Н                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.469-20 [275] |
| 17    | Головний циркуляційний трубопровід        | YA                      | 2Н                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.471-20 [276] |
| 18    | Дихальний трубопровід                     | YA                      | 2Н                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.471-20 [276] |
| 19    | Ємність САОЗ № 1                          | YT10B01                 | 23                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.472-20 [272] |
| 20    | Ємність САОЗ № 2                          | YT20B01                 | 23                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.472-20 [272] |
| 21    | Ємність САОЗ № 3                          | YT30B01                 | 23                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.472-20 [272] |
| 22    | Ємність САОЗ № 4                          | YT40B01                 | 23                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.472-20 [272] |
| 23    | Барботажний бак                           | YP20B01                 | 3Н                                      | 27.05.1990                   | Рішення 05.МР.УС.РШ.470-20 [273] |

Інформація щодо виконаної оцінки поточного стану з метою продовження строку експлуатації елементів, які не підлягають заміні, наведено в томі 1 ФБ-2 [18].

Інформація про виконання оцінки стану обладнання, яке підлягає заміні, наведено в томі 2 і томі 3 ФБ-2 [18].

#### **2.2.2.6 Система метрологічного забезпечення**

Метрологічне забезпечення здійснюється з метою досягнення й забезпечення єдності, проектної точності вимірів на АЕС, для забезпечення безпечної експлуатації АЕС шляхом одержання достовірних результатів вимірів, використання яких дозволяє:

- ефективно і якісно вести технологічний процес;
- виключити або звести до мінімуму ризик прийняття помилкових рішень і дій, на підставі результатів вимірів, які використовуються під час експлуатації АЕС;
- забезпечити достовірний облік, підвищити ефективність використання матеріальних і енергетичних ресурсів;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 72 |

- контролювати технологічні процеси, безпека виконання робіт і персоналу, охорону навколишнього середовища.

Для реалізації головних завдань по метрологічному забезпеченню в ВП ЗАЕС створена служба головного метролога.

Служба головного метролога є самостійним структурним підрозділом відокремленого підрозділу «Запорізька АЕС» ДП «НАЕК «Енергоатом». Організаційна структура й штатний розклад СГМ визначаються генеральним директором ВП ЗАЕС відповідно до обсягу робіт і з урахуванням того, що роботи із забезпечення єдності вимірів відносяться до основних видів робіт, а підрозділ метрологічної служби – до основних виробничих підрозділів. Організаційна структура СГМ відповідає типовій організаційній структурі метрологічної служби АЕС ДП «НАЕК «Енергоатом». Організаційна структура СГМ ВП ЗАЕС визначена «Положенням о службе главного метролога» 00.СМ.ПЛ.01-14.

### 2.2.2.7 Система ТОіР і система документування ТОіР

Працездатність обладнання та технологічних систем на всьому протязі етапу експлуатації атомної станції забезпечується реалізацією системи планово-попереджувального технічного обслуговування та ремонту, що включає:

- регламентоване технічне обслуговування обладнання і систем;
- планово-попереджувальний ремонт устаткування і систем;
- позаплановий відновлювальний ремонт при відмовах обладнання;
- ремонт за технічним станом обладнання допоміжних систем, що не впливає на безпеку і надійність експлуатації енергоблока.

Рішення завдання підтримки справності обладнання протягом терміну його служби, заміни який виробив ресурс обладнання забезпечується виконанням наступних основних функцій по ТОіР:

- облік об'єктів ТОіР - систем і входять до них одиниць обладнання;
- контроль технічного стану систем і обладнання;
- планування ТОіР систем і устаткування;
- підготовка робіт з ТОіР, включаючи їх матеріально-технічне забезпечення;
- підтримання та підвищення кваліфікації ремонтного персоналу;
- підтримання у справному стані засобів технологічного оснащення робіт з ТОіР устаткування;
- висновок систем і устаткування для проведення ТОіР з дотриманням умов безпечної експлуатації енергоблока;
- раціональна організація виконання планових робіт з ТОіР устаткування;
- оперативна організація позапланового ремонту при відмовах обладнання;
- забезпечення якості виконання робіт, включаючи перевірку технічного стану систем і устаткування після ремонту;
- аналіз і оцінка ефективності ТОіР систем і устаткування за встановленими показниками.

Організація виконання функцій по ТОіР систем і устаткування забезпечує необхідну для надійної і безпечної експлуатації енергоблока ефективність системи ТО і ремонту Запорізької АЕС.



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 73 |

Структурна схема організації ремонту на ВП ЗАЕС представлена в підрозділі 2.3.8 тому 4 ФБ-2 [18].

Генеральний директор ВП ЗАЕС несе відповідальність перед державою в особі ДП «НАЕК «Енергоатом» за безпеку експлуатації енергоблоків ЗАЕС, на принципах єдиноначальності здійснює загальне керівництво і фінансування ремонтного обслуговування в цілому. Генеральний директор приймає остаточні рішення з усіх стратегічних аспектів діяльності, пов'язаних з ремонтом.

Головний інженер (перший заступник генерального директора) несе відповідальність за реалізацію системи гарантій якості експлуатації, в тому числі за керівництво по створенню системи технічного обслуговування і ремонту обладнання, координацію діяльності по якісному та своєчасному виконанню ремонту обладнання.

Основні функції з ТОіР систем і устаткування виконують підрозділи, які виконують ремонт. Ці підрозділи складають службу ТОіР ВП ЗАЕС.

Також в організації та проведенні ТОіР беруть участь:

- підрозділи-власники обладнання;
- підрозділи підтримки ремонтів;
- підрозділи контролю якості.

Технічне керівництво підрозділами служби ТОіР, а також загальне керівництво діяльністю підрозділів підрядних організацій при виконанні ними робіт з ТОіР устаткування станції покладається на заступника головного інженера з ремонту.

Розгляд таких питань, як планування ремонту, комплектація документації на ремонт, виведення обладнання в ремонт, завдання підрозділів, виконують ремонт, прийом обладнання з ремонту, ремонтні технології та оснащення, характеристика штату ремонтного персоналу представлено в підрозділі 2.3.8 тому 4 ФБ-2 [18].

#### **2.2.2.8 Поточний стан будівельних конструкцій і будівель на предмет виконання покладених функціональних завдань**

Основними завданнями персоналу та керівництва ВП ЗАЕС з експлуатації та ремонту будівельних конструкцій будівель та споруд є:

- нагляд за технічним станом, своєчасне виявлення й правильна оцінка несправностей (дефектів, ушкоджень та деформацій) будівельних конструкцій;
- своєчасне усунення виявлених несправностей будівельних конструкцій шляхом проведення технічного обслуговування та ППР.

Технічна експлуатація будівель та споруд, а також впровадження системи ППР будівель та споруд являють собою комплекс організаційно-технічних заходів щодо проведення нагляду, обслуговування та усіх видів ремонтних робіт, які виконуються періодично, по заздалегідь складеному плану, з метою попередження передчасного зношування, запобігання аварій, а також утримання будинків і споруд у належній експлуатаційній готовності.

До основних функцій підрозділів ЗАЕС з експлуатації будівель та споруд належать:

- використання будівель та споруд для здійснення в них технологічних процесів, визначених затвердженим проєктом;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 74 |

- використання в будівлях та спорудах будівельних конструкцій, з відповідними до їхнього призначення, технічними параметрами (що допускаються експлуатаційними та розрахунковими навантаженнями, теплотехнічними показниками, корозійною стійкістю);
- здійснення технічного нагляду за правильністю експлуатації закріплених за підрозділом будівель та споруд разом з персоналом Служби експлуатації будівель та споруд (СЕБтаС);
- своєчасне технічне обслуговування й ремонт будівельних конструкцій будівель та споруд власними силами, або із залученням для цих робіт УС та підрядних організацій;
- участь у передачі цехових будівель, приміщень у капітальний ремонт організаціям-виконавцям, у прийманні їх з ремонту, а також у роботі об'єктових комісій з технічних оглядів виробничих будівель та споруд ВП ЗАЕС.

Відповідно до п. 2.2 документа «Положение по эксплуатации зданий и сооружений ОП ЗАЭС» 00.ЗС.ПЛ.06-17, відповідальні посадові особи за надійну та безпечну експлуатацію будівель та споруд, а також підрозділи-власники приміщень, що забезпечують належний експлуатаційний і санітарно-технічний стан приміщень, забезпечують:

- підтримку в належному стані будівель та споруд, приміщень, закріплених за підлеглим підрозділом, при використанні їх по призначенню (експлуатація відповідно до встановлених вимог, проведення оглядів, подача заявок на ремонт, приймання в експлуатацію після проведення ремонтно-будівельних робіт);
- участь персоналу підрозділу в розробці заходів щодо забезпечення готовності будівель та споруд до роботи в сезонних умовах (весняно-літній і осінньо-зимовий періоди), а так само в різних несприятливих погодних умовах, а також заходів для проведення ремонтно-будівельних робіт;
- розробку й ведення інструкцій з експлуатації будівель та споруд (тільки для об'єктів не проммайданчику);
- організацію та умови для проведення ремонтів внутрішніх інженерних мереж і систем будівель та споруд;
- організацію поточного контролю стану будівельних конструкцій і інженерних мереж приміщень, що входять у робочу зону підрозділу й подання заявок на усунення виявлених зауважень;
- організацію контролю стану будівельних конструкцій, інженерних мереж приміщень будівель та споруд при передачі їх в орендне користування (для об'єктів не проммайданчику).

Персонал підрозділів ВП ЗАЕС, призначений відповідальним за нагляд за експлуатацією цехових будівель та споруд, здійснює виконання функцій і завдань з технічного нагляду за експлуатацією будівель та споруд в обсязі, який визначено керівником підрозділу відповідно до п.3.6 «Инструкции по организации и проведению технического надзора за эксплуатацией зданий и сооружений ОП «Запорожская АЭС» 123456.1020.00.ЗС.ИН.04-16.

З метою визначення працездатності несучих будівельних конструкцій будівель та споруд ЗАЕС, що містять СВБ та, відповідно, впливу на системи важливі для безпеки, були зроблені перевірочні розрахунки з аналізом змін і додаткових факторів у

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 75 |

характеристиці зовнішніх впливів з оцінкою стійкості та збереження основних функціональних характеристик.

У розрахунках враховувалися фактори, що визначають напружений і деформований стани, особливості взаємодії елементів конструкцій між собою, просторова робота конструкцій, фізико-механічні властивості матеріалів, пружні зв'язку. При аналізі напружень особлива увага приділялася визначенню артефактів математичних алгоритмів і визначення сплесків напруги внаслідок особливостей розрахункових моделей, що не відносяться до реальної роботи конструкцій.

По результатам перевірконого розрахунку конструкцій шахти реактора енергоблока №5 [169] видно, що статичні варіанти завантаження не є критичними для несучої здатності залізобетонних конструкцій шахти реактора. В результаті аналізу перевірконих розрахунків встановлено:

- основні несучі конструкції ШР-5 по своїй міцності, деформативності, прийнятими матеріалами і стійкості до зовнішніх впливів запроектовані відповідно до чинних на період розробки проекту нормативно-технічними документами;
- сучасна нормативна база, яка використовується в даний час при проектуванні будівельних конструкцій, не має значних розбіжностей з вимогами нормативних документів, які застосовувались на період розробки проекту, а наявні розбіжності не впливають на безпеку АЕС;
- міцність і працездатність будівельних конструкцій ШР-5 щодо сприйняття зовнішніх впливів підтвержені;
- з урахуванням аналізу перевірконих розрахунків ШР-5 враховують результати візуального та інструментального обстеження, а також фактичний стан конструкцій і властивості матеріалів, стан ШР-5 оцінюється як нормальний.

Аналіз зусиль в будівельних конструкціях показав, що значення зусиль адекватні наближеним інженерним оцінками.

При аналізі напружено-деформованого стану будівельних конструкцій при динамічних навантаженнях [169] зроблено висновок про те, що безпека основних несучих елементів забезпечена за основними критеріями працездатності. Самі навантажені ділянки будівельних конструкцій аналізувалися на найбільш невідповідні впливи.

По результатам перевірконого розрахунку конструкцій головного корпусу (МЗ, ДВ, прибудови ЕЕТП) енергоблока №5 [170] статичні варіанти завантаження не є критичними для несучої здатності залізобетонних конструкцій будівлі машзалу, деаераторного відділення і будівлі етажерки електротехнічних пристроїв. В результаті аналізу результатів перевірконих розрахунків [170] встановлено:

- основні несучі конструкції будівлі машзалу, деаераторного відділення і будівлі етажерки електротехнічних пристроїв відповідають вимогам чинних НД і критеріям безпеки щодо міцності, деформативності, тріщиностійкості і стійкості до зовнішніх впливів;
- міцність і працездатність основних несучих конструкцій будівлі машзалу, деаераторного відділення і будівлі етажерки електротехнічних пристроїв при впливі найнебезпечніших сполучень навантажень, включаючи сейсмічну дію інтенсивністю 7 балів за шкалою MSK-64, забезпечені;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 76 |

- технічний стан будівельних конструкцій будівлі машзалу, деаераторного відділення і будівлі етажерки електротехнічних пристроїв оцінюється як задовільний.

Працездатність конструкцій машзалу, деаераторного відділення і будівлі етажерки електротехнічних пристроїв енергоблока № 5 ЗАЕС забезпечена на всіх режимах експлуатації повністю, включаючи навантаження від сейсмічного впливу рівня ПЗ. Несучі конструкції, перерахованих будівель, відповідають вимогам чинних НД і критеріям працездатності щодо міцності, деформативності і стійкості до зовнішніх впливів.

Згідно перевірочних розрахунків міцність конструкцій резервної дизельної електростанції енергоблока № 5 ЗАЕС забезпечена на всіх режимах експлуатації повністю, включаючи навантаження від сейсмічного впливу рівня ПЗ. Несучі конструкції РДЕС-5 відповідають вимогам чинних НД і критеріями працездатності щодо міцності, деформативності і стійкості до зовнішніх впливів.

Розрахунок [171] показав, що міцність конструкцій спецкорпусу № 2 ЗАЕС забезпечена на всіх рівнях експлуатації повністю, включаючи навантаження від сейсмічного впливу рівня ПЗ. Несучі конструкції СК-2 відповідають вимогам чинних НД і критеріям працездатності щодо міцності, деформативності та стійкості до зовнішніх впливів.

Аналіз результатів розрахунку напружено-деформованого стану по різних навантаженням [171] показав, що міцність конструкцій естакади технологічних трубопроводів контрольованої зони енергоблока №5 ВП ЗАЕС забезпечена на всіх режимах експлуатації повністю, включаючи навантаження від сейсмічного впливу рівня ПЗ. Несучі конструкції РДЕС -5 відповідають вимогам чинних НД і критеріям робіт про здібності щодо міцності, деформативності і стійкості до зовнішніх впливів.

Згідно з Висновками за результатами перевірочного розрахунку конструкцій венттруби спецкорпусу №2 з газходами [172] працездатність конструкцій вентиляційної труби спецкорпусу № 2 забезпечена на всіх режимах експлуатації повністю, включаючи навантаження від сейсмічного впливу рівня ПЗ. Несучі конструкції ВТ СК-2 відповідають вимогам чинних НД і критеріями працездатності щодо міцності, деформативності та стійкості до зовнішніх впливів.

Аналіз результатів розрахунку напружено-деформованого стану по різних навантаженням [171] показав, що міцність конструкцій блокової насосної станції енергоблока №5 забезпечена на всіх режимах експлуатації повністю, включаючи навантаження від сейсмічного впливу рівня ПЗ. Несучі конструкції БНС-5 відповідають вимогам чинних НД і критеріями працездатності щодо міцності, деформативності та стійкості до зовнішніх впливів.

На підставі результатів проведених робіт можна стверджувати, що технічний стан конструкцій і елементів будівель і споруд енергоблока №5 ВП ЗАЕС відповідає вимогам будівельних норм і правил проєкту та виконують свої функції в повному обсязі. Рішення про продовження терміну експлуатації будівельних конструкцій будівель і споруд, що містять системи, важливі для безпеки, погоджені з Держатомрегулювання [297-308].

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 77 |

### **2.2.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-2 «Поточний технічний стан систем і елементів енергоблока»**

Проведений аналіз показує, що поточний стан розглянутих елементів СВБ є задовільним, відповідає вимогам нормативної документації, забезпечує виконання проєктних функцій і можлива подальша експлуатація енергоблока з дотриманням вимог норм і правил, що діють у сфері використання ядерної енергії.

Існуючі на АЕС засоби контролю й діагностики дозволяють контролювати стан елементів, а існуюча періодичність випробувань дозволяє підтримувати обладнання в працездатному стані з урахуванням забезпечення меж і умов безпечної експлуатації. У ВП ЗАЕС існує ефективна система документування стану споруд, систем і елементів, важливих для безпеки. Докладно система документування викладена в рамках ФБ-10 «Организация и управление» [87].

Для елементів, які не підлягають заміні, виконані ОТС з метою визначення поточного стану і обґрунтування можливості продовження строків експлуатації. Роботи по ОТС для елементів, які не підлягають заміні, завершені і оформлені відповідно до встановлених ВП ЗАЕС вимог. Аналіз виконаних ОТС показав, що елементи, які не підлягають заміні, працездатні і виконують свої проєктні функції. За результатами ОТС розроблені рішення, в яких встановлено пропонований строк продовження експлуатації елементів, що не підлягають заміні.

Для визначення можливості продовження терміну експлуатації енергоблока №5 на ВП ЗАЕС проведено обстеження з метою ОТС будівельних конструкцій будівель і споруд, що містять системи, важливі для безпеки. Роботи з обстеження та оцінки технічного стану будівель і споруд, що містять СВБ, енергоблока №5 ВП ЗАЕС завершені. Рішення про продовження терміну експлуатації в понадпроєктний період за результатами ОТС [297-308] погоджені Держатомрегулювання.

Для виконання сейсмічної переоцінки, з урахуванням підходів WENRA, необхідно виконати роботи по визначенню запасу сейсмостійкості, при землетрусах більше ніж 0,1g. Відповідно до рекомендацій МАГАТЕ і підходами WENRA ВП ЗАЕС в даний час виконує великий комплекс робіт, спрямований на визначення запасів сейсмостійкості обладнання і трубопроводів СБ, будівель і споруд, що містять СВБ. В рамках даної роботи передбачається визначити максимальне прискорення ґрунту, при якому зберігається цілісність будівель, споруд, обладнання та трубопроводів. Для оцінки сейсмостійкості в якості вихідних даних застосовуються поверхові акселерограми і спектри відгуку на вільної поверхні ґрунту:

- для 1-ї категорії сейсмостійкості PGA (MP3) = 0,17 g;
- для 2-ї категорії сейсмостійкості PGA (ПЗ) = 0,085 g.

В результаті виконаних розрахунків сейсмостійкість підтверджена для елементів, включених до «Переліку обладнання, трубопроводів, будівель і споруд, енергоблоку №5 ВП «Запорізька АЕС», для яких необхідно виконати обґрунтування стійкості до сейсмічних впливів»: будівлі і споруди, обладнання та трубопроводи РВ і РДЕС, електротехнічне обладнання, обладнання інформаційно-керуючих систем, обладнання та трубопроводи систем вентиляції та кондиціонування повітря, підземна частина трубопроводів системи технічного водопостачання відповідальних споживачів групи А. Всі звітні матеріали погоджено Держатомрегулювання крім звітів по обладнанню та

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 78 |

арматурі РВ і РДЕС, для яких проходять процес узгодження з Держатомрегулювання триває і буде завершено до кінця ППР-2020.

Таким чином, відповідно до цілей розгляду цього фактора безпеки можна зробити висновок, що поточний технічний стан систем і елементів енергоблока забезпечує виконання покладених на них функціональних завдань при експлуатації енергоблока у понадпроектний період.

Своєчасна реалізація запланованих заходів щодо управління старінням, якісне ТОіР, випробування, перевірки елементів систем, підтримка й підвищення кваліфікації персоналу дозволяють безпечно експлуатувати енергоблок у понадпроектний термін.

Станом на 11.11.2020 неузгоджені з Держатомрегулювання рішення про продовження терміну експлуатації насосного обладнання та крану кругової дії енергоблока №5, та 5РДЕС2.

Проведений аналіз ФБ-2, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки безпеки, за умови що рішення: 05.МР.00.РШ.314-20 «Про продовження строку експлуатації. Насосне обладнання СВБ РВ енергоблоку №5 ВП ЗАЕС для безпечного зберігання ядерного палива в басейні витримки», 05.МР.00.РШ.315-20 «Про продовження строку експлуатації. Насосне обладнання СВБ РВ енергоблоку №5 ВП ЗАЕС», 05.20.МР.УQ.РШ.842-20, «Рішення про продовження строку експлуатації. Кран мостовий електричний спеціальний кругової дії вантажопідймальністю 320/160 т енергоблоку №5, кран мостовий електричний спеціальний вантажопідймальністю 30/5 т вузла свіжого палива СК-2 та їх рейкові шляхи» та рішення про ПТЕ 5РДЕС2 будуть погоджені до прийняття рішення про продовження строку експлуатації.

### **2.3 Фактор безпеки №3 «Кваліфікація обладнання»**

Метою аналізу цього фактора безпеки є:

- установлення того, що на АЕС, у тому числі на енергоблоці, який аналізується, розроблена й здійснюється програма робіт із кваліфікації обладнання;
- аналіз результатів виконаних робіт із кваліфікації обладнання й доказ того, що це обладнання здатне виконувати функції безпеки протягом усього строку експлуатації енергоблока;
- визначення того, що існує система звітності про виконання робіт із кваліфікації обладнання й надійного зберігання відповідної документації.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянутий у документі ЗППБ. Фактор безпеки №3 «Кваліфікація обладнання енергоблока №5» 21.5.59.ОППБ.03 [24].

#### **2.3.1 Підходи і обсяг аналізу з фактора «Кваліфікація обладнання»**

Фактор безпеки «Кваліфікація обладнання» складається з наступних основних частин:

- загальний опис процесу кваліфікації обладнання, важливого для безпеки;
- перелік обладнання, що підлягає кваліфікації;
- основні результати кваліфікації обладнання;
- висновки щодо стану реалізації заходів з кваліфікації обладнання.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 79 |

## 2.3.2 Результати оцінки

### 2.3.2.1 Загальний опис процесу кваліфікації обладнання важливого для безпеки

У ВП ЗАЕС функції планування, моніторингу, контролю виконання робіт із кваліфікації обладнання покладені на службу управління надійністю, ресурсом і модернізації (далі по тексті — СУНРМ). Дані функції закріплені за СУНРМ відповідно до положення про СУНРМ 00.МР.ПЛ.01-17, п.2.21, уведеним у дію наказом ВП ЗАЕС від 07.04.2017 № 478 «Про зміну організаційної структури ВП ЗАЕС».

#### 2.3.2.2 Процес кваліфікації обладнання

Процес кваліфікації обладнання складається з наступних етапів:

- підготовка проєктних вихідних даних;
- вибір вихідних подій, що приводять до виникнення «жорстких» умов навколишнього середовища;
- вибір розглянутих рівнів сейсмічних впливів для проведення сейсмічної кваліфікації обладнання;
- установлення кваліфікаційних вимог;
- розробка розгорнутого переліку обладнання, що підлягає кваліфікації;
- категоризація обладнання й визначення обсягу кваліфікації;
- оцінка стану кваліфікації діючого обладнання;
- вибір методів кваліфікації;
- розробка й виконання заходів щодо підвищення кваліфікації діючого обладнання;
- розробка й виконання заходів щодо збереження кваліфікації обладнання.

Вихідними даними для виконання кваліфікації обладнання енергоблока №5 ВП ЗАЕС є:

- перелік вихідних подій, що створюють «жорсткі» умови навколишнього середовища проєктних аварій, а також сейсмічні впливи (ПЗ і МРЗ);
- параметри «жорстких» умов навколишнього середовища проєктних аварій, а також параметри сейсмічних впливів (ПЗ і МРЗ);
- перелік обладнання, що виконує наступні функції безпеки:
  - безпечна зупинка реактора й утримання його в такому стані необхідний час;
  - відвід від активної зони та басейну витримки залишкового тепла протягом необхідного часу;
  - обмеження наслідків аварій шляхом утримання у встановлених кордонах, радіоактивних речовин що виділяються (для елементів ЛСБ).

На основі розгляду переліку та аналізу вихідних подій вибираються ті вихідні події, у результаті яких відбувається викид теплоносія й/або радіонуклідів у гермооб'єм, або приміщення реакторного відділення, причиною яких є розриви трубопроводів теплоносія І контуру і паропроводів усередині гермооб'єма, паропроводів і трубопроводів з високотемпературним середовищем за його межами.

При відборі вихідних подій використовуються два види аналізу: якісний і кількісний. За результатами якісного аналізу виключаються ті вихідні події, які не призводять до викиду теплоносія й радіонуклідів. За результатами кількісного аналізу (шляхом проведення чисельних розрахунків) відбираються ті вихідні події, які

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 80 |

приводять до максимальної зміни параметрів навколишнього середовища, які й включаються в перелік вихідних подій, що створюють «жорсткі» умови навколишнього середовища при проєктних аваріях.

Згідно НП 306.2.208-2016 [44] розглядаються два рівні сейсмічних подій — МРЗ і ПЗ, при яких повинна забезпечуватися безпека АЕС відповідно до НП 306.2.141-2008 [3] і які характеризуються бальністю, набором реальних аналогових або синтетичних акселерограм і спектрів реакцій, що моделюють основні характерні типи сейсмічних впливів на майданчику АЕС, а також основними параметрами сейсмічних коливань - максимальними прискореннями, що переважає періодом і тривалістю фази інтенсивних коливань.

#### *Встановлення кваліфікаційних вимог*

На підставі «Переліку вихідних подій, у результаті яких виникають «жорсткі» умови навколишнього середовища для конструкцій і систем (елементів) енергоблока №5 ВП «Запорізька АЕС» для кожного обладнання визначалися дані параметрів умов навколишнього середовища з урахуванням наступних факторів:

- підвищені температури;
- підвищений тиск;
- підвищена вологість;
- радіаційний вплив;
- вплив спеціальних розчинів, що знижують концентрації радіоактивних речовин (хімічний склад навколишнього середовища).

У результаті складається перелік приміщень, в яких можливе виникнення «жорстких» умов оточення в результаті вихідних подій і отримані розрахунковим шляхом характеристики «жорстких» умов оточення.

Кваліфікаційні вимоги за умовами навколишнього середовища визначаються для всіх приміщень, в яких виникають «жорсткі» умови навколишнього середовища. При цьому розглядаються й документуються наступні характеристики:

- температура;
- тиск;
- вологість;
- потужність поглиненої дози;
- хімічний склад навколишнього середовища (вплив спеціальних розчинів, що знижують концентрації радіоактивних речовин).

#### *Категоризація обладнання*

З метою визначення обсягу необхідної кваліфікації обладнання виконується його категоризація. Категоризації підлягає обладнання, включене в розгорнутий перелік обладнання, що підлягає кваліфікації.

Категоризація полягає в поділі обладнання на категорії залежно від вихідних подій, що вимагають функціонування обладнання, характеру виконуваних функцій і вимог до працездатності в «жорстких» умовах оточення й при сейсмічних впливах.

Категоризація обладнання на «жорсткі» умови навколишнього середовища виконується відповідно до вимог СОУ НАЭК 179:2019 [193], і включає поділ обладнання, що підлягає кваліфікації, на наступні категорії:



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 81 |

- категорія 1 — обладнання, розташоване в «жорстких» умовах навколишнього середовища й працездатність якого потрібна для зм'якшення наслідків проєктних аварій;

- категорія 2 — обладнання, розташоване в «жорстких» умовах навколишнього середовища і працездатність якого не потрібна для зм'якшення наслідків проєктних аварій, але його відмова (непроєктне функціонування) під час протікання аварійних і післяаварійних режимів може вплинути на безпеку;

- категорія 3 — обладнання, розташоване в «жорстких» умовах навколишнього середовища, працездатність якого не потрібна для зм'якшення наслідків проєктних аварій і його відмова під час протікання аварійних і післяаварійних режимів не впливає на безпеку.

За результатами категоризації обладнання на «жорсткі» умови навколишнього середовища визначається обсяг необхідної кваліфікації:

- обладнання 1 категорії підлягає кваліфікації на «жорсткі» умови навколишнього середовища, в результаті якої повинна бути продемонстрована його працездатність у даних умовах протягом необхідного проміжку часу;

- обладнання 2 категорії підлягає кваліфікації на «жорсткі» умови навколишнього середовища, якщо фактори навколишнього середовища, що впливають, викликають деградацію обладнання, яка може привести до відмов у даних умовах;

- обладнання 3 категорії не підлягає кваліфікації на умови навколишнього середовища відповідно до ПМ-Д.0.03.476-018 [29] (виконує покладені функції тільки в «м'яких» умовах навколишнього середовища).

Категоризація обладнання для проведення кваліфікації на сейсмічні впливи відповідно до вимог СОУ НАЭК 179:2019 [193] полягає в поділі обладнання залежно від характеру виконуваних функцій на наступні категорії:

- категорія А — обладнання, яке повинне виконувати функції безпеки (бути працездатним) під час і після сейсмічних впливів;

- категорія В — обладнання, яке повинне зберігати міцність<sup>1</sup> і стійкість під час і після сейсмічних впливів;

- категорія С — обладнання, яке повинне зберігати стійкість під час і після сейсмічних впливів.

Кваліфікації на сейсмічні впливи підлягає обладнання категорій А, В, С, що виконує функції безпеки (категорія І згідно ПНАЭ Г-7-002-86 [167]), під час і після виникнення землетрусів (інтенсивністю до МРЗ включно).

*Оцінка стану кваліфікації обладнання, що експлуатується*

Оцінка стану кваліфікації обладнання, що експлуатується енергоблока №5 ВП ЗАЕС виконувалася на підставі вимог, викладених у виробничих документах ПМ-Д.0.03.476-18 [29], 123256.МР.ПМ.01-14 [31], СОУ НАЭК 179:2019 [193] с врахуванням наступного:

- оцінка стану кваліфікації на «жорсткі» умови навколишнього середовища проводилася окремо від оцінки стану сейсмічної кваліфікації, при цьому обладнання розглядається групами, які включають обладнання з аналогічними конструктивними

<sup>1</sup> Під міцністю в даному випадку розуміють властивість обладнання (конструкції) чинити опір руйнуванню і зберігати цілісність під дією внутрішніх напружень, що виникають при сейсмічних впливах (СОУ НАЭК 179:2019 [193]).

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 82 |

характеристиками й подібними кваліфікаційними вимогами (визначається за результатами категоризації);

- оцінка стану кваліфікації на «жорсткі» умови навколишнього середовища тепломеханічного обладнання може не проводитися (кваліфікація вважається встановленою), якщо обладнання відповідає одній з наступних умов:

- обладнання не містить електричних компонентів і є пасивним елементом;
- умови нормальної експлуатації обладнання (робочі параметри) є більш жорсткими, ніж умови навколишнього середовища при проектних аваріях, і періодичні експлуатаційні випробування демонструють працездатність обладнання в даних умовах;
- обладнання повністю виготовлене з металевих компонентів, не підлягаючих впливу зовнішніх факторів навколишнього середовища, що впливають;
- обладнання, для якого за допомогою заміни компонентів, підлягаючих старінню (прокладки, ущільнення, змащення, тощо), можна повністю відновити його працездатність;

- оцінка сейсмічної кваліфікації проводиться індивідуально для кожної одиниці обладнання. Необхідність індивідуальної оцінки обумовлена значним впливом особливостей монтажу й кріплення обладнання на стан сейсмічної кваліфікації;

- результати оцінки стану КО, виконаної на основі доступної технічної документації на обладнання та результатів раніше проведеної кваліфікації однотипного обладнання інших АЕС із ВВЕР, є попередніми, доти, поки не будуть розроблені відповідні обґрунтування (звіт за результатами адаптації результатів кваліфікації);

- результати попередньої оцінки можуть бути переглянуті на наступних етапах робіт з результатів проведення оглядів обладнання на місці експлуатації, збору технічної документації на майданчику ВП ЗАЕС і за її межами, а також з появою інших додаткових даних про стан обладнання, що експлуатується, які можуть вплинути на КО;

- оцінці стану кваліфікації не підлягає обладнання, яке підлягає заміні до закінчення проектного строку експлуатації енергоблока №5 ЗАЕС.

#### *Визначення кваліфікаційних характеристик обладнання*

Метою даного завдання є визначення й документування початкового стану кваліфікації, досягнутого при його розробці, постановці на виробництво і виготовленні.

Визначення кваліфікаційних характеристик здійснюється на основі аналізу технічної документації обладнання на предмет наявності вимог по стійкості до зовнішніх факторів, що впливають, «жорстких» умов навколишнього середовища і сейсмічних впливів (МРЗ і/або ПЗ).

Кваліфікаційні характеристики обладнання, для якого відсутня технічна документація, що ставиться до кваліфікації, і відсутня можливість її одержання від розроблювачів або виготовлювачів обладнання, можуть бути визначені на підставі результатів кваліфікації однотипного обладнання інших АЕС із ВВЕР.

#### *Визначення поточного стану кваліфікації обладнання, що експлуатується*

Визначення поточного стану кваліфікації обладнання, що експлуатується, проводиться відповідно до вимог МТ-Т.0.03.305-12 [32] і містить послідовне виконання наступних завдань:

- проведення оглядів обладнання на місці експлуатації;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 83 |

- визначення початкового стану кваліфікації (на підставі аналізу технічної документації розроблювачів і виготовлювачів обладнання);
- оцінка поточного стану кваліфікації з урахуванням старіння протягом передбачуваного строку експлуатації.

Огляд обладнання на місці експлуатації проводиться з метою верифікації даних, внесених у перелік обладнання, що підлягає кваліфікації, включаючи визначення (підтвердження) і документування наступних характеристик обладнання:

- тип, виробник, серійний номер, тощо;
- місце установки (будівля, приміщення, відмітка);
- орієнтація в просторі, спосіб кріплення, інтерфейсні зв'язки, тощо;
- виявлення невідповідностей, що мають вплив на стан кваліфікації обладнання, що експлуатується, і обумовлених недоліками при проектуванні, монтажі, ремонті та технічному обслуговуванні, відхиленнями від вимог нормативної й проектної документації.

Оцінка поточного стану кваліфікації проводиться з урахуванням даних про ресурсні показники обладнання і містить оцінку відповідності дійсних строків експлуатації обладнання призначеному терміну служби, зазначеному в технічній документації.

За результатами оцінки стану кваліфікації обладнання ставиться до однієї з наступних категорій (ПМ-Д.0.03.476-18 [29], СОУ НАЭК 179:2019 [193]):

- кваліфікація встановлена (КВ);
- кваліфікація встановлена частково (КВЧ);
- кваліфікація не встановлена (КНВ).

За результатами оцінки стану кваліфікації обладнання, що експлуатується, розробляється наступна документація:

- звіт про поточний стан кваліфікації обладнання;
- переліки кваліфікованого і некваліфікованого обладнання;
- облікові карти для обладнання, кваліфікація якого була встановлена за результатами оцінки поточного стану, з додатком технічної документації, згідно з якою був установлений стан кваліфікації;
- повідомлення про зміни в розгорнутий перелік обладнання за результатами оцінки поточного стану кваліфікації.

### ***Кваліфікація на «жорсткі» умови навколишнього середовища***

Значна частина робіт із кваліфікації обладнання проводиться враховуючи однотипність обладнання енергоблоків АЕС, для пілотних енергоблоків – з наступною адаптацією та/або використанням отриманих результатів для обладнання інших енергоблоків. Оскільки матеріали з КО для енергоблока №1 ЗАЕС погоджені Держатомрегулювання, було ухвалене рішення використовувати їх як основу для адаптації на інші енергоблоки. Іншим аспектом роботи є перевірка висновків, зроблених для обладнання ідентичного (однотипного) для двох зазначених енергоблоків. Так, обладнання, кваліфікація якого підтверджена для базового енергоблока, може розташовуватися в інших умовах на адаптуємому енергоблоці і з цієї причини вимагати додаткового аналізу стану кваліфікації.

Для виконання робіт із кваліфікації обладнання на ЖУ за результатами проведення конкурсних торгів укладений договір № 75/81-18 від

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 84 |

03.04.2018 «Квалифікація обладнання енергоблока №5 ОП ЗАЭС на «жесткие» условия окружающей среды». У рамках даного договору виконане наступне:

- проведений аналіз «Розгорнутого переліку...»;
- проведений аналіз «Переліку вихідних подій...»;
- при проведенні зовнішніх оглядів уточнені типи встановленого на енергоблоці обладнання;
- розроблений Технічний звіт «Группирование, выбор представительных элементов и методов квалификации оборудования энергоблока №5 ОП «Запорожская АЭС» на «жесткие» условия окружающей среды» № 150-КОРО-18 [267];
- установлені кваліфікаційні вимоги до обладнання;
- розроблені Методики кваліфікації обладнання енергоблока №5 ВП ЗАЕС на «жорсткі» умови навколишнього середовища;
- виконана оцінка поточного стану кваліфікації обладнання;
- виконані роботи із кваліфікації обладнання відповідно до обраних методів і випущені відповідні звітні документи з обґрунтування кваліфікації обладнання (груп обладнання), що експлуатується;
- проведена оцінка результатів кваліфікації обладнання та випущений підсумковий звіт.

У процесі оцінки поточного стану КО було виконані наступні роботи:

- проведений аналіз нормативної, конструкторської, експлуатаційної документації на обладнання;
- проведений аналіз документації, що містить інформацію про експлуатацію обладнання на енергоблоці;
- зовнішній огляд обладнання на місці експлуатації на енергоблоці;
- порівняння кваліфікаційних характеристик обладнання з поточними умовами його експлуатації й визначення зміни статусу кваліфікації;
- на підставі отриманих результатів розроблені протоколи встановлення поточного стану кваліфікації на кожний тип обладнання й виконана оцінка поточного стану кваліфікації обладнання;
- виконане коригування «Розгорнутого переліку...», тому що в ході роботи виявлені демонтовані й замінені елементи обладнання.

Результати оцінки поточного стану викладені в технічному звіті «Оценка текущего состояния квалификации оборудования энергоблока №5 ОП ЗАЭС на «жесткие» условия окружающей среды». №149-КОРО-18 [266]:

За результатами оцінки поточного стану обладнання енергоблока №5 ВП ЗАЕС, що підлягає кваліфікації на «жорсткі» умови навколишнього середовища, статус КВ встановлено для 770 одиниць обладнання.

Для обладнання, яке за результатами оцінки поточного стану не було кваліфіковано, виконано групування, обрані типопредставники та призначені методи підвищення кваліфікації. Розроблений технічний звіт «Группирование, выбор представительных элементов и методов квалификации оборудования энергоблока №5 ОП «Запорожская АЭС» на «жесткие» условия окружающей среды» № 150-КОРО-18 [267]. Після чого згідно з розробленими методиками виконано підвищення кваліфікації.

Підвищення кваліфікації на «жорсткі» умови навколишнього середовища методами випробувань та аналізу/адаптації виконано для 313 одиниць обладнання енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 85 |

Для 96 одиниць обладнання (перетворювачі тиску типу «Сафір» в приміщеннях А826/1,2 і А910/1,2) з метою забезпечення виконання функцій безпеки при ВП, до кінця ППР-2020 буде виконано заміну відповідних перетворювачів тиску «Сафір» на кваліфіковані.

На етапі розробки підсумкового звіту [253] до переліку обладнання енергоблока №5, що підлягає кваліфікації на «жорсткі» умови навколишнього середовища, додано 38 одиниць обладнання, які не були враховані на попередніх етапах кваліфікації. За результатами попередньої оцінки їх стану кваліфікації обладнання класифіковано як статус: «кваліфікація встановлена» - для 14 одиниць обладнання; «кваліфікація встановлена частково» - для 24 позицій обладнання. Після виконання підвищення кваліфікації 24 одиниць обладнання зі статусом «кваліфікація встановлена частково» методом аналізу ресурсних характеристик у розділі 6.5.4 підсумкового звіту [253] встановлено статус КВ. Таким чином для для цих 38 одиниць обладнання умовно вважається що кваліфікація встановлено тому що підсумковий звіт [253] проходить стадію погодження з Держатомрегулювання.

Підсумковий звіт «Кваліфікація обладнання енергоблока №5 ОП ЗАЭС на «жесткие» условия окружающей среды» 32-КОРО-19 [253] повинен бути узгоджений до кінця ППР-2020 що задовольняє плану-графіку реалізації заходів КзПБ [233].

Результати робіт з кваліфікації обладнання енергоблока №5 ВП ЗАЕС на «жорсткі» умови навколишнього середовища приведені в таблиці:

| № з/п        | Статус кваліфікації   | Кількість, шт | Процентне відношення, % |
|--------------|---|---------------|-------------------------|
| 1            | КВ за результатами оцінки стану діючого обладнання              | 784           | 64,4                    |
| 2            | КВ за результатами підвищення кваліфікації обраним методом      | 337           | 27,7                    |
| 3            | КНВ/КВЧ за результатами підвищення кваліфікації обраним методом | 96            | 7,9                     |
| <b>Разом</b> |   | <b>1217</b>   | <b>100</b>              |

Таким чином на кінець ППР-2020 після заміни 96 одиниць обладнання та погодження звіту [253] все обладнання буде кваліфіковано на «жорсткі» умови навколишнього середовища, що відображено у факторі безпеки №3 [28].

#### *Кваліфікація на сейсмічні впливи*

Початково в проєкті ЗАЕС був прийнятий рівень сейсмічності майданчика: для ПЗ— 5 балів і для МРЗ — 6 балів по шкалі MSK-64. Відповідно, обладнання, трубопроводи й спорудження проєктували, виходячи з пікового прискорення на ґрунті 0,05g. В результаті розвитку сейсмології та посилення міжнародних вимог з безпеки АЕС МАГАТЕ були випущені стандарти, що визначають мінімальне проєктне прискорення на ґрунті 0,1g та вимагають індивідуальної оцінки сейсмічних характеристик майданчика АЕС:

- NS-G-1.6 «Проектирование и аттестация сейсмостойких конструкций для атомных электростанций». Керівництво з безпеки. Серія норм з безпеки. МАГАТЕ, Відень, 2008;[264]

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 86 |

• NS-G-2.13 «Оценка сейсмической опасности существующих ядерных установок». Керівництво з безпеки. Серія норм з безпеки. МАГАТЕ, Відень, 2014.[265]

Відповідно до вимог Держатомрегулювання України та рекомендацією МАГАТЕ (Заключний звіт МАГАТЕ з проекту «Оценка безопасности украинских атомных электростанций» (угода ЕК: 2007/145268)) у ВП ЗАЕС було розпочато проведення додаткового інструментального дослідження сейсмічної небезпеки промайданчика АЕС.

За результатами інструментальних досліджень по тимчасовій мережі сейсмічного моніторингу отримані вихідні дані (горизонтальні пікові прискорення на поверхні ґрунту, спектри відгуку та акселерограми МРЗ і ПЗ) для оцінки сейсмостійкості енергоблоків №№1÷6 ЗАЕС. Результати робіт розглянуті й прийняті на об'єднаному семінарі Інституту геофізики НАН України, ТОВ «Фундаментстроймакс» і Запорізької АЕС. Протокол семінару був затверджений директором Інституту геофізики НАН України академіком В. І. Старостенко 25.04.2013.

Уточнений рівень сейсмічності майданчика ЗАЕС для проектних основ становить:

- ПЗ (період повторюваності 1000 років) – 6 балів по шкалі MSK-64, горизонтальні пікові прискорення на ґрунті ( $PGA^1$ ): від 0,080 до 0,085 g;
- МРЗ (період повторюваності 10 000 років) – 7 балів ( по шкалі MSK-64), горизонтальні пікові прискорення на ґрунті ( $PGA$ ): від 0,110 до 0,115 g.

Відповідно до технічного рішення «О вводе в действие сейсмических характеристик площадки Запорожской АЭС в качестве исходных данных для оценки сейсмостойкости оборудования, трубопроводов, зданий и сооружений энергоблоков №№1-6 и ОСО» 00.ЗС.00.ТР.11363, для кваліфікації обладнання, оцінки сейсмостійкості обладнання, трубопроводів, будівель та споруд енергоблока №5 ЗАЕС слід застосовувати пікові прискорення на поверхні ґрунту  $PGA=0,17$  g (з урахуванням демпфування 5%).

Поперехові акселерограми та спектри відгуку розраховані відповідно до прийнятого значення пікового прискорення на ґрунті й наведено в документі 75.111-00.03.01-12-17-ПР. Технічний звіт «Обеспечение сейсмостойкости элементов, систем и сооружений, важных для безопасности. Построение комплекса поэтажных акселерограмм и спектров ответа для зданий и сооружений энергоблоков № 5 и № 6»[263].

У рамках реалізації заходу КзПБ №18102 «Впровадження систем сейсмологічного моніторингу майданчиків АЕС» [15] у районі розміщення ВП ЗАЕС у грудні 2017 року введена в дослідну експлуатацію система сейсмологічного моніторингу.

Після виконання сейсмологічних спостережень (не менш 2-х річного циклу) у рамках реалізації заходу №18102 КзПБ і одержання характеристик землетрусів (акселерограм, спектрів відгуку) прийняті для оцінки сейсмостійкості вихідні дані зрівняти з отриманими. При необхідності виконати переоцінку сейсмостійкості обладнання, трубопроводів, будівель та споруд на відповідність уточненим вихідним даним, або обґрунтувати відсутність необхідності виконання такої переоцінки. Дану переоцінку заплановано виконати за графіком, погодженому Держатомрегулювання.

Роботи з кваліфікації обладнання на сейсмічні впливи енергоблока №5 ВП ЗАЕС розпочато 01.10.2018 зі строком закінчення у відповідності до план-графіку реалізації заходів КзПБ [233].

<sup>1</sup> PGA — peak ground acceleration (пікове прискорення на поверхні ґрунту).

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 87 |

Всього підлягало кваліфікації на сейсмічні впливи 3093 од. обладнання енергоблока №5. За результатами виконаних робіт за звітами, які станом на 18.09.2020 погоджені Держатомрегулювання кваліфікація встановлена – для 1835 позицій обладнання.

На цей час з кваліфікації обладнання на СВ знаходяться у стадії узгодження наступні звітні документи:

- «Итоговый отчет о проведении квалификации насосного оборудования энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия» №05.ЗАЭС.75/77-19.ОТ.04[254];
- «Отчет о повышении квалификации баков запаса обессоленной воды ТХ10(20,30)В01 энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия» №05.ЗАЭС.75/76-19.ОТ.05[255];
- звіт «Повышение квалификации тепломеханического оборудования системы ТQ энергоблока №5 ОП ЗАЭС выбранными методами»[256];
- науково-технічний звіт «Оценка текущего состояния квалификации арматуры энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия» №ДС-08/19-03[257];
- звіт «Группирование и выбор методов повышения квалификации на сейсмические воздействия арматуры и отключающих устройств энергоблока № 5 ОП ЗАЭС» №ДС-08/19-04[258];
- науково-технічний звіт «Повышение квалификации арматуры и отключающих устройств энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия» №ДС-08/19-05[259];
- «Отчет по результатам оценки текущего состояния квалификации ТМО РДЭС энергоблока №5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия»[260];
- «Отчет по выбору методов повышения квалификации для неквалифицированного оборудования или групп однотипного оборудования ТМО РДЭС энергоблока №5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия»[261],
- звіт «Оценка начального и текущего состояния квалификации тепломеханического оборудования системы аварийного и планового охлаждения активной зоны (ТQ) энергоблока №5 ОП ЗАЭС»[262];

Для обладнання енергоблока № 5, інформація щодо статусу кваліфікації якого наведена у вищенаведених звітних матеріалах, на цей час ще непогоджених Держатомрегулюванням, у ФБ-3 [28] відмічено прогнозний характер результатів КО (кваліфікація встановлена умовно). Прогнозується що кваліфікація буде встановлена для 1246 позиції обладнання. Ще по 12 одиницям обладнання до кінця ППР-2020 будуть виконані компенсуючі заходи та оформлені акти виконаних робіт, що дозволить встановити цьому обладнанню кваліфікація встановлена.

Вся звітна документація має бути погоджена до завершення ППР-2020.

Всі звітні матеріали, які знаходяться в процесі погодження з Держатомрегулюванням, в сукупності із наявними прийнятими Держатомрегулюванням результатами КО, охоплюють усі групи обладнання енергоблока № 5, що підлягає кваліфікації. Отже, фактичні роботи з підтвердження кваліфікаційних характеристик (визначення статусу кваліфікації) обладнання на енергоблоці № 5 можуть вважатися завершеними.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 88 |

У ФБ-3 [28] наведений перелік усього обладнання, що підлягає кваліфікації. За результатами кваліфікації обладнання енергоблока №5 на сейсмічні впливи будуть внесені відповідні зміни в розгорнутий перелік обладнання, яке підлягає кваліфікації.

### **2.3.2.3 Висновки щодо стану реалізації заходів щодо кваліфікації обладнання**

В ВП ЗАЕС відповідно до вимог нормативних документів реалізована та функціонує система управління кваліфікацією обладнання. Роботи виконуються відповідно до галузевої «Программы работ по квалификации оборудования энергоблоков АЭС ГП НАЭК «Энергоатом»» ПМ-Д.0.03.476-18 [29] і станційною «Программы выполнения работ по квалификации оборудования энергоблоков №№1-6 ОП «Запорожская АЭС» 123456.MP.00.ПМ.01-14 [31].

Роботи із кваліфікації обладнання енергоблока №5 на «жорсткі» умови та сейсмічні впливи завершені. Ведуться роботи з оформлення результатів, погодження підсумкових звітів виконання коригуючих заходів, що буде виконано до кінця ППР-2020.

За результатами роботи будуть розроблені заходи щодо збереження кваліфікації. Ці заходи увійдуть до Програми робіт за збереження кваліфікації, яка має бути розроблена до кінця 2020 року. Таким чином заходи будуть виконуватися згідно з програмою.

### **2.3.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-3 «Кваліфікація обладнання»**

Роботи із кваліфікації обладнання ведуться відповідно до програм і методик, які діють у галузі, відповідають нормативним документам, що діють в Україні й ведуться у відповідності зі строками Плану-Графіку виконання заходу КзПБ [15] №10101 та Галузевого графіка кваліфікації на енергоблоках №№1-6 ВП ЗАЕС.

Роботи із кваліфікації обладнання енергоблока №5 на «жорсткі» умови та сейсмічні впливи завершені, ведуться роботи з оформлення результатів, погодження підсумкових звітів, виконання коригуючих заходів та заміни обладнання, що буде виконано до кінця ППР-2020.

За результатами роботи з кваліфікації усе обладнання енергоблока № 5 ЗАЕС, необхідне для виконання функцій безпеки протягом запланованого періоду подальшої експлуатації у понадпроектний строк, буде здатне виконувати проектні функції під час і після впливу жорстких умов оточення й сейсмічних впливів.

Інформація про результати проведення кваліфікації, про заходи зі збереження кваліфікації зберігаються та обробляються з використанням модуля «МУКО», який є складовою частиною УБДН, таким чином існує система звітності про виконання робіт із кваліфікації обладнання та надійне зберігання інформації.

Враховуючи накопичений у галузі досвід з оцінки кваліфікації, її підвищення й збереження, слід очікувати поліпшення надійності та можливості виконувати функції безпеки обладнанням у період понадпроектної експлуатації енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

Проведений аналіз ФБ-3, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.



|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 89 |

## 2.4 Фактор безпеки №4 «Старіння споруд, систем і елементів, важливих для безпеки»

Основними завданнями аналізу цього фактора безпеки є:

- визначення того, що на АЕС існує й ефективно виконується програма управління старінням споруд, систем і елементів, важливих для безпеки;
- обґрунтування того, що програма з управління старінням здатна забезпечити підтримку функцій безпеки енергоблока на необхідному рівні при наступній експлуатації енергоблока.

Метою розгляду старіння є визначення, чи ефективно управління аспектами старіння, що впливають на важливі для безпеки СКЕ, та чи ефективна програма управління старінням для того, щоб необхідні функції старіння належним чином відповідали своїм вимоги протягом усього передбачуваного строку роботи станції й, при необхідності, для довгострокової експлуатації.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянутий у документі ОППБ Фактор безпеки №4. «Старение сооружений, систем и элементов, важных для безопасности». 21.5.59.ОППБ.04» [24].

### 2.4.1 Метод оцінки й критерії оцінки

#### *Метод оцінки*

При розробці ЗППБ застосовується метод експертної оцінки на основі порівняльного аналізу по якісним і кількісним критеріям.

При виконанні оцінки порівнювалися фактичний і прогнозний стан елементів ПУС із критеріями, викладеними в нормативній і експлуатаційній документації. У випадку виявлення невідповідностей у звіті запропоновані необхідні коригувальні заходи.

Таким чином, з урахуванням експертної оцінки були виконані обробка матеріалів і аналіз результатів, а саме, виконана оцінка відповідності елементів енергоблока №5 ВП ЗАЕС, розглянутих у даному факторі, нормативним вимогам і критеріям до оцінки.

#### *Критерії оцінки*

Відповідність нормативним вимогам наступних аспектів:

- політика експлуатуючої організації в частині управління старінням;
- організація управління старінням;
- ресурси для здійснення управління старінням;
- методи й критерії для визначення систем і елементів, які повинні бути включені в перелік критичних елементів для управління старінням;
  - обсяги, порядок і методи дослідження, а також обсяг відомостей про механізми деградації, які можуть впливати та впливають на проектні функції систем і елементів, важливих для безпеки;
  - наявність і склад інформації і процедур, необхідних для оцінки деградації в результаті старіння, у тому числі в проектній, експлуатаційній і ремонтній документації;
  - оцінка ефективності програми технічного обслуговування та ремонтів для управління старінням елементів, які не підлягають заміні;
  - склад і обсяг заходів щодо контролю і ослабленню механізмів і ефектів старіння;

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 90 |

- елементи програми управління старінням у частині встановлення критеріїв і меж безпеки;
- прогноз технічного стану систем і елементів, включаючи проєктні межі безпеки, і інші умови, які обмежують строк експлуатації енергоблока.

Обґрунтований вибір елементів, які підлягають управлінню старінням, із усього обладнання, яке входить в промисловий комплекс ВП ЗАЕС, на підставі методів і критеріїв для визначення систем і елементів, які повинні бути включені в перелік критичних елементів для управління старінням.

Прогнозовані зміни результатів у понадпроєктний строк експлуатації: проаналізовані ресурсні характеристики критичних елементів, термін служби яких обмежує термін служби енергоблока в цілому.

## 2.4.2 Результати оцінки

### 2.4.2.1 Політика експлуатуючої організації з управління старінням, організація управління старінням та ресурси для його здійснення

Основні нормативні вимоги до управління старінням викладені в наступних нормативних документах НП 306.2.141-2008 [3], НП 306.2.099-2004 [5] і НП 306.2.210-2017 [139].

Відповідно до НП 306.2.210-2017 [139] старіння елементів і конструкцій поділяють на два види: фізичне, яке призводить до деградації, і моральне, яке відбувається в результаті розвитку знань, технологій, змін міжнародних і національних вимог і стандартів. ЕО застосовує підхід до управління старінням, заснований на розумінні ефектів старіння і прогнозуванні розвитку деградації елементів і конструкцій.

Управління моральним (нефізичним) старінням ЕК є частиною загального підходу до підтримки і підвищення безпеки енергоблоків ВП ЗАЕС. Моральне старіння розглядається відносно сучасного рівня знань, діючих норм і правил, а також приймається до уваги технологічне моральне старіння (відсутність або недолік запасних частин і деталей, технічної підтримки).

Управління моральним старінням здійснюється за допомогою реалізації:

- галузевих виробничих програм, що діють в Компанії;
- комплексної програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій.

Моральне старіння відбувається в результаті розвитку знань, технологій, змін міжнародних і національних вимог і стандартів.

### Процес морального старіння

| Предмет старіння                   | Прояв   | Наслідки  |
|------------------------------------|---|---|
| Технологія (технологічне старіння) | Недостатня кількість запасних частин/матеріалів.<br>Відсутність постачальників<br>Відсутність промислових можливостей | Відхилення експлуатаційних параметрів, зниження рівня безпеки через збільшення числа відмов, зниження надійності обладнання |
| Норми, правила стандарти           | Відхилення від діючих норм, правил і стандартів   | Рівень безпеки АЕС має відхилення від   |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 91 |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | (матеріальне і програмне забезпечення)<br>Недосконалість проєкту   | встановлених вимог (недоліки глибокоешелюваного захисту, збільшення ймовірності пошкодження активної зони) |
| Рівень розвитку знань, науки і техніки | Нові знання та досягнення науки і техніки не застосовуються.<br>Норми і правила не оновлюються.<br>Відсутність нових удосконалених методик і технологій, відповідних досягнень науки і техніки | «Загублені» можливості підвищення безпеки станції  |

Одним із шляхів здійснення морального старіння є реалізація комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій (далі - КзПБ), підвищення ефективності управління проєктами модифікацій капітального характеру, включених в організаційно-технічну програму заходів за напрямом діяльності «Підвищення безпеки, продовження терміну експлуатації, підвищення надійності та ефективності».

Розроблено зведені заходи КзПБ, спрямовані на:

- рішення задач щодо усунення невідповідностей проєктів діючих енергоблоків АЕС сучасним національним нормам з безпеки і/або зменшення впливу цих невідповідностей на безпеку шляхом впровадження компенсуючих заходів, і виконання рекомендацій МАГАТЕ та інших міжнародних організацій щодо підвищення безпеки українських АЕС;
- виконання зобов'язань перед міжнародними організаціями (ЄББР, Євратом) щодо реалізації заходів, що входять в так званий «Пакет підвищення безпеки» («Upgrade Package»);
- підвищення рівня безпеки всіх енергоблоків до рівня, що відповідає міжнародним вимогам з безпеки;
- формування обсягів робіт з підвищення безпеки для організації виконання довгострокової державної стратегії підвищення безпеки енергоблоків АЕС, розробки довгострокових інвестиційних програм/планів-графіків підвищення безпеки для кожного енергоблока;
- реалізація заходів щодо запобігання важких аварій, аналогічних аварії на АЕС «Фукусіма-1».

Політика експлуатуючої організації з управління старінням і організація управління старінням засновані на стратегії розвитку атомної енергетики, викладеної в документі «Енергетична стратегія України на період до 2035 року»[220]. Відповідно до даної стратегії планується експлуатація енергоблока №5 ВП ЗАЕС понад проєктний строк протягом 20-ти років.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 92 |

Типова програма з управління старінням елементів і конструкцій енергоблока АЕС ПМ-Д.0.03.222-14 [158] (далі типова ПУС АЕС) є основним керівним виробничим документом з впровадження та реалізації технічних і експлуатаційних заходів, здійснюваних з метою утримання в припустимих межах деградації елементів внаслідок старіння та зношування.

Для реалізації типової програми управління старінням елементів енергоблока АЕС, ЗАЕС розроблений і введений у дію документ 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 [24]. Актуальна версія програми 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 [24] надається в якості додатка до звіту по ФБ-4 «Старіння споруджень, систем і елементів, важливих для безпеки» [24].

Метою документа [24] є підтримка в прийнятних межах деградації елементів і конструкцій, важливих для безпеки (внаслідок старіння, зношування, корозії, ерозії, втоми та ін. механізмів), а також здійснення необхідних дій для підтримки їх працездатності і надійності в процесі експлуатації.

Завданням управління старінням є розробка й впровадження технічно й економічно доцільних заходів, спрямованих на попередження відмов елементів енергоблока №5 ВП ЗАЕС з причин, викликаних процесами старіння, що відбуваються в цих елементах.

Адміністрація ВП ЗАЕС вважає своїм пріоритетним завданням діяльність в галузі управління старінням, яка є ключовим елементом безпечної та надійної експлуатації ВП ЗАЕС. Для досягнення цієї мети визначено низку організаційних, технічних і експлуатаційних заходів, які здійснюються для утримання в допустимих межах деградації внаслідок старіння і зношення.

Контроль старіння здійснюється за допомогою експлуатаційного контролю і випробувань, оглядів (технічних опосвідчень), технічного обслуговування та ремонту обладнання, які виконуються відповідно до регламентів і інструкцій, що діють у ВП ЗАЕС.

Методи контролю враховують існуючий досвід експлуатації та результати проведених досліджень, що дозволяють визначити ефективність зазначених методів для управління процесами старіння конструкції або елемента.

У рамках періодичної переоцінки безпеки, ВП ЗАЕС оцінює вплив старіння на безпеку енергоблока.

Метою аналізу старіння в рамках періодичної переоцінки безпеки є визначення ефективності програми управління старінням, яка повинна забезпечити підтримку функцій безпеки енергоблока на необхідному рівні при подальшій експлуатації.

На додаток до ПУС ВП ЗАЕС, також можуть бути розроблені ПУС для окремих елементів і конструкцій, таких як корпус реактора, внутрішнкорпусні пристрої, опорні елементи, парогенератори і т.д., а також для конкретного механізму деградації/ефекту старіння. Так у відповідності до зазначеного управління старінням кабельного господарства енергоблока №5 здійснюється відповідно до «Программы управления старением кабелей энергоблоков №1-6 и ОСО ОП ЗАЭС» 123456.1020.00.МР.00.ПМ.11-16 [26]. Для інших окремих елементів і конструкцій ПУС не розроблялася.

При наявності типових ПУС АЕС, розроблених і погоджених у встановленому порядку для окремих елементів/конструкцій або для конкретних механізмів деградації, допускається виконання робіт за типовими ПУС АЕС без розробки ПУС ВП ЗАЕС.

Положення програми управління старінням обов'язкові для елементів енергоблока №5 ВП ЗАЕС, включених в 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 [24].

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 93 |

Для забезпечення ефективного управління старінням елементів і конструкцій енергоблоків №1-6 ВП ЗАЕС та поширення результатів управління старінням його елементів і конструкцій на енергоблоки інших АЕС Компанії, у ВП ЗАЕС діє комплекс автоматизованих інформаційних систем (УБДН, АСУС, МУКО). В організаційній структурі ВП ЗАЕС передбачений підрозділ СУНРМ, яке виконує роль координатора з питань, пов'язаних з програмою управління старінням. З метою підвищення ефективності ПУС, ВП ЗАЕС виконує планування заходів щодо управління старінням елементів і конструкцій енергоблоків.

Для елементів і конструкцій, включених у Перелік по УС, для яких ОТС завершено, розробляється зведений план-графік проведення робіт з управління старінням. Для елементів і конструкцій, для яких ОТС не завершено, управління старінням здійснюється в рамках планових експлуатаційних процедур. План-Графік розробляє СУНРМ разом із цехами-власниками елементів і конструкцій, підписуються розробником, керівником СКМ, начальником цеху (підрозділу) та затверджується головним інженером ВП ЗАЕС.

Для елементів енергоблоків, продовження строку експлуатації яких здійснюється в рамках ТОіР, розробляються відповідні плани робіт у рамках діючої на ВП ЗАЕС системи технічного обслуговування та ремонту. Роботи виконуються по встановлених процедурах відповідно до вимог діючої ремонтної документації, включаючи виконання необхідних для обґрунтування терміну служби елементів додаткових обсягів робіт.

Заміна елемента виконується у випадку невідповідності його технічного стану і надійності вимогам, встановленим в експлуатаційній, проєктно-конструкторській або нормативній документації і неможливості або економічної недоцільності його відновлення.

На енергоблоці №5 ВП ЗАЕС здійснюється постійний моніторинг процесів старіння, технічного стану, а також проводиться їхня періодична оцінка з метою визначення ефективності управління старінням і перепризначення ресурсу елементів енергоблока.

Вимоги ПУС енергоблока №5 ЗАЕС є обов'язковими для всіх юридичних і фізичних осіб, які здійснюють діяльність, пов'язану з управлінням старінням елементів при експлуатації енергоблоків ВП ЗАЕС, підготовці енергоблоків ВП ЗАЕС до продовження експлуатації й експлуатації їх у понадпроєктний строк.

На основі виконаного аналізу у ФБ-4 [24] встановлено, що фактичний стан системи управління старінням ВП ЗАЕС відповідає нормативним вимогам до політики експлуатуючої організації з управління старінням, організації управління старінням і ресурсам для його здійснення.

#### **2.4.2.2 Методи й критерії для визначення систем і елементів, які повинні бути включені в перелік критичних елементів**

Вимогу про необхідність розробки переліків критичних елементів викладено в підрозділі 10.6 НП 306.2.141-2008 [3]. Вимоги до методів і критеріїв для визначення систем і елементів, які повинні бути включені в перелік критичних елементів, зазначені в типовій програмі з управління старінням елементів енергоблока АЕС ПМ-Д.0.03.222-14 [24].

Системою управління старінням, а також контролю процесів старіння й підтримки експлуатаційної надійності, у ВП ЗАЕС охоплені всі проєктні системи й елементи СВБ.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 94 |

У ВП ЗАЕС розроблені переліки елементів енергоблока №5 ВП ЗАЕС, що підлягають управлінню старінням, які представлено в документі 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 [24].

Переліки елементів енергоблока, що підлягають управлінню старінням [24], розроблені на підставі діючої класифікації елементів енергоблока, і на підставі вивчення проектно - конструкторської документації, монтажних і експлуатаційних схем, паспортів і іншої технічної й експлуатаційної документації.

Переліки елементів енергоблока, що підлягають управлінню старінням, розробляються Службою управління надійністю, ресурсом і модернізацію (СУНРМ) разом з підрозділами - власниками елементів. Перелік підписується розробником, начальником цеху (підрозділу) і затверджується головним інженером.

Перелік елементів і конструкцій, що підлягають управлінню старінням, може складатися із чотирьох частин:

- перелік критичних елементів енергоблока, важливих для безпеки;
- перелік некритичних елементів, важливих для безпеки, для яких регламентований обсяг контролю і ТОіР не дозволяє визначити ефект старіння й усунути деградацію, а також якщо за результатами ТОіР були виявлені дефекти;
- перелік елементів нормальної експлуатації, що не впливають на безпеку, заміна й відновлення яких неможлива з технічних або недоцільна з економічних та інших причинах;
- перелік будівель і споруд, що містять системи й елементи, важливі для безпеки.

#### **2.4.2.3 Переліки елементів, які підлягають управлінню старінням**

Перелік обладнання (включаючи силові й контрольні кабелі й кабельні конструкції), що підлягає управлінню старінням, наведено в таблиці 1 ФБ-4 [24]. Перелік будівель і споруд, які підлягають управлінню старінням наведено в таблиці 2 ФБ-4 [24].

Перелік кабелів, що підлягають управлінню старінням, представлений в УБДН.

Виконаний аналіз показав, що склад переліку критичних елементів енергоблока відповідає переліку, рекомендованому в нормативних документах.

Методи й критерії, використані для визначення систем і елементів, які включені в критичні елементи, відповідають нормативним документам.

#### **2.4.2.4 Відомості, які забезпечують підтримку управління старінням**

Шляхом аналізу нормативної бази України й документації експлуатуючої організації, що перебуває в ДП «НАЕК «Енергоатом» і у ВП ЗАЕС, встановлений перелік документації, що містить у собі відомості, що забезпечують підтримку управління старінням. Зазначений перелік наведений у Додатку А до ФБ-4 [24].

На ЗАЕС впроваджена в промислову експлуатацію автоматизована інформаційна система управління старінням (Вказівка №ФК-586 від 18.05.2013). Модуль розроблений у вигляді окремого програмного додатку, інтегрованого з переліками, довідниками й класифікаторами Української бази даних надійності обладнання АЕС (УБДН).

Модуль автоматизованої системи управління старінням елементів енергоблоків АЕС (АСУС) призначений для виконання наступних функцій:

- формування й ведення переліку елементів, що підлягають управлінню старінням (елементів ПУС);

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 95 |

- ведення переліку й атрибутів процедур оцінки технічного стану та перепризначення ресурсу елементів;
- ведення переліку й атрибутів нормативної, технічної, звітної та іншої документації, пов'язаної з оцінкою технічного стану елементів;
- ведення переліків критеріїв, методів оцінки, методик і параметрів оцінки технічного стану елементів і їх критичних вузлів;
- планування, обліку та контролю виконання робіт з оцінки технічного стану елементів і виконанню заходів щодо управління старінням;
- обліку та контролю результатів випробувань, поточних значень параметрів і критеріїв оцінки технічного стану елементів.

Ведення інформаційної бази даних по елементах здійснюється СУНРМ і забезпечується призначеними фахівцями, на яких покладена відповідальність за систематичний перегляд, коректування та наповнення інформаційної бази.

В інформаційній системі АСУС і УБДН АЕС використовується єдина система класифікації, що забезпечує сумісність даних про обладнання різних АЕС і, таким чином, забезпечується можливість їх спільного використання. Впровадження такого програмного забезпечення необхідно розглядати як позитивну практику.

#### **2.4.2.5 Дослідження та відомості про механізми деградації, які потенційно можуть впливати на проєктні функції систем і елементів, важливих для безпеки. Дослідження домінуючих механізмів деградації в результаті старіння**

Нормативні вимоги до досліджень старіння критичних елементів викладено в підрозділі 10.6 НП 306.2.141-2008 [3]. Вимоги до методів дослідження критичних елементів зазначені в типовій програмі з управління старінням елементів енергоблока АЕС ПМ-Д.0.03.222-14 [24].

Для кожного елемента ПУС енергоблока №5 ЗАЕС були виконані оцінки старіння по попередньо розроблених і погоджених програмах оцінки. Результати таких оцінок узгоджуються з Держатомрегулювання або представником його на майданчику станції.

Оцінка ефективності виконаних аналізів старіння для елементів ПУС ЗАЕС і відомості про документи, що містять відповідні процедури виявлення ефектів старіння та аналізи механізмів старіння, наведено в таблиці 3 ФБ-4 21.5.59.ОППБ.04 [24].

На момент проведення переоцінки безпеки не всі результати погоджені у встановленому порядку. В таблиці 3 ФБ-4 [24] вказаний статус погодження результатів станом на 01.11.2019. Для найбільш важливих елементів ПУС у пунктах 2.3.5.1- 2.3.5.10 ФБ-4 [24] наведені загальні результати таких оцінок. Для інших елементів такі результати наведені у звітній документації зазначеної в таблиці 3 ФБ-4 [24].

Узагальнені відомості про потенційні й домінуючі механізми деградації для елементів енергоблока, що потрапили в перелік елементів, які підлягають управлінню старінням, представлено в таблиці 4 ФБ-4 [24]. У таблиці 4 ФБ-4 [24] також представлені відомості про процедури управління старінням і результати оцінки ефективності та достатності таких процедур. При заповненні колонки «Оцінка достатності й ефективності заходів щодо УС» таблиці 4 ФБ-4 [24] використовувалася інформація з обґрунтовуючих матеріалів до рішень щодо продовження терміну експлуатації.

#### *Критерії та межі безпеки систем і елементів*

На ЗАЕС критерії та межі безпеки систем і елементів енергоблока №5 встановлені в проєктній документації, такий, як «Техническое обоснование безопасности. Блок №5

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 96 |

Запорожская АЭС» 21.5.70.ОБ.05, «Реакторная установка В-320. Техническое обоснование безопасности реакторной установки. 320.00.00.00.000Д61». Межі та умови безпечної експлуатації містить документ 05.ГТ.00.РГ.01-19 [68], розроблений на основі проектної й технічної документації. Проектні умови та межі безпечної експлуатації, у тому числі критичних елементів, наведені у звіті з фактору безпеки ФБ-1 [9]. Критерії, кількісні і якісні показники також наведені у відповідних звітах по оцінці технічного стану систем і елементів (із вказівкою джерела походження), посилання на які наведені у звіті по ФБ-4 [24].

*Інформація, необхідна для оцінки деградації внаслідок старіння*

Інформація, необхідна для оцінки деградації внаслідок старіння, представлена на ЗАЕС у проектній, експлуатаційній і ремонтній документації. При проведенні переоцінки безпеки виконаний аналіз наявності такої документації. Перелік документації наведений у Додатку А ФБ-4 [24].

Результати аналізу наявності проектної й експлуатаційної документації наведені у звітах по факторах безпеки ФБ-1 [9] і ФБ-11 [101] ЗППБ.

Також, на ЗАЕС введений модуль автоматизованої системи управління старінням елементів енергоблоків АЕС. У даній інформаційній системі збирається й зберігається інформація, що містить проектні дані, дані по конструюванню й виготовленню, дані по історії експлуатації та технічного обслуговування, результати контролю та науково-дослідних робіт, що також свідчить про наявність відповідної інформації. Опис модуля АСУС наведено в п.2.3.4 ФБ-4 [24].

Роботи з оцінки старіння здійснюються згідно з програмами оцінки технічного стану й перепризначення строку експлуатації елементів обладнання енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

#### **2.4.2.5.1 Реактор**

Роботи з оцінки старіння здійснювалися за програмами оцінки технічного стану та перепризначення терміну експлуатації елементів реактора енергоблока №5 ВП ЗАЕС «Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации корпуса реактора и верхнего блока реактора энергоблока № 5 ОП ЗАЭС» 05.РО.УС.ПМ.288-18/Н [221], «Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации деталей главного уплотнения реактора энергоблока № 5 ОП ЗАЭС» 05.РО.УС.ПМ.297-18/Н [222], «Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации опорных элементов реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС» 05.РО.УС.ПМ.290-17/Н [223].

Виконані в п.2.3.5.1 звіту по ФБ-4 21.5.59.ОППБ.04 [24] роботи по оцінці старіння розповсюджувалися на наступні елементи корпусу реактора ВВЕР-1000 (В-320) енергоблока №5 ВП ЗАЕС:

- корпус реактора (циліндрична частина з днищем);
- верхній блок реактора;
- деталі вузла ущільнення головного роз'єму реактора;
- шахта активної зони, включаючи днище шахти;
- вигородка;
- блок захисних труб (БЗТ);
- опорні елементи реактора.

Оцінка технічного стану та старіння елементів реактора включає:

- узагальнення та аналіз технічної документації;



|  |   |         |
|--|---|---------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 97 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• встановлення параметрів і критеріїв технічного стану;</li> <li>• аналіз відмов і пошкоджень елементів КР;</li> <li>• визначення механізмів старіння елементів КР;</li> <li>• аналіз результатів контролю стану металу (передексплуатаційних, періодичного і позачергового);</li> <li>• аналіз умов експлуатації КР;</li> <li>• контроль технічного стану елементів КР;</li> <li>• обробка результатів контролю і оцінки технічного стану;</li> <li>• оцінка ресурсу елементів і КР в цілому;</li> <li>• встановлення критеріїв можливості перепризначення терміну експлуатації корпусу реактора; <ul style="list-style-type: none"> <li>• розробка заходів щодо забезпечення безпечної експлуатації і управління старінням корпусу реактора енергоблока №5 ВП ЗАЕС в період перепризначеного ресурсу / терміну служби;</li> <li>• оформлення результатів проведених робіт.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Заходи з управління старінням КР та ВБ</b></p> <p>З метою встановлення передумов для об'єктивного визначення технічного стану КР та ВБ у понадпроектний період експлуатації, в якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Експлуатацію елементів реактора (КР та ВБ) проводити відповідно до діючої у ВП ЗАЕС нормативної та експлуатаційної документації.</li> <li>• Виконувати технічне опосвідчення елементів реактора (КР та ВБ) в обов'язі та термінах згідно з чинними вимогами НТД та затвердженим у ВП ЗАЕС графіком технічного опосвідчення обладнання та трубопроводів.</li> <li>• Вести облік регламентних циклів навантаження згідно ПНАЕ Г-7-008-89.</li> <li>• При проведенні гідровипробувань при зниженому тиску 207 кгс/см<sup>2</sup> підтримувати температуру не нижче мінімально допустимої температури, встановленої в графі 5 таблиці 1 галузевого технічного рішення № ОТР-Н.1234.03-235.14.</li> <li>• Проводити періодичний контроль основного металу, зварних з'єднань та наплавлень елементів реактора (корпус, верхній блок) відповідно до «Типовой программы периодического контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000 (ТППК-13)» ПМ-Т.0.03.061-13.</li> <li>• Продовжувати використання схеми завантаження активної зони зі зниженим вибоком нейтронів.</li> <li>• Продовжувати реалізацію «Типовой программы контроля свойств металла корпусов реакторов ВВЭР-1000 по образцам-свидетелям» ПМ-Т.0.03.120-18.</li> <li>• Продовжувати дозиметричні вимірювання флюенса нейтронів на зовнішній поверхні корпусу реактора та виконання розрахунків флюенса нейтронів на корпус реактора відповідно до СОУ 73.1-23724640-004-2014 «Система качества. Определение радиационной нагрузки корпуса реактора ВВЭР-1000». У разі якщо до наступної переоцінки безпеки завантаження активної зони буде виконуватися зі збільшенням вибоку нейтронів, необхідно відкоригувати прогнозну оцінку флюенса нейтронів та переоцінити термін безпечної експлуатації корпусу реактора за критеріями крихкого руйнування.</li> </ul> |   |         |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 98 |

- Виконати роботи з приведення елементів реактора (КР та ВБ) у відповідність до вимог НП 306.2.208-2016 згідно з «Организационно-техническими мероприятиями ГП «НАЭК «Энергоатом» по внедрению НП 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій», узгоджених Держатомрегулювання.

- Внести відомості про продовження строку експлуатації елементів КР (зав. №15, рег. №153-С) та ВБ (зав. №15, рег. №153-С) реактора енергоблока №5 ВП ЗАЕС до паспортів на дане устаткування.

- Включити до «Программы управления старением элементов и конструкций энергоблоков 1-6 ОП ЗАЭС» 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 наступні заходи:

1 Додатково до «Типовой программы периодического контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000 (ТППК-13)» ПМ-Т.0.03.061-13 у кожен капітальний ремонт енергоблоку з вивантаженням активної зони, починаючи з ППР-2020, контроль корпусу реактора зсередини виконувати системою контролю RPV-1000, атестованої згідно НП 306.2.113-2005 «Вимоги до проведення атестації систем експлуатаційного неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС» в наступних обсягах:

- Антикорозійне напавлення на внутрішній поверхні патрубків Ду 850, включаючи напавлення над коренем зварних з'єднань приварювання трубопроводів ГЦК до патрубків реактора ВСК - 100%, УЗК - 100%;

- Радіусні переходи патрубків Ду 850, смуга шириною 150 мм по периметру (кола):

- а) антикорозійне напавлення ВСК - 100%;

- б) основний метал УЗК - 100%;

- Антикорозійне напавлення в зоні патрубків Ду 850, Ду 300 ВСК - 100%, УЗК - 100%;

- Антикорозійне напавлення на фланці обичайки в технічно можливому обсязі ВСК - 100%, УЗК - 100%;

- Антикорозійне напавлення на днище корпусу ВСК - 100%;

- Антикорозійне напавлення корпусу на ділянці від зварного з'єднання №2 та до опорного бурту ВСК - 100% \*;

- Антикорозійне напавлення на зварних з'єднаннях №№2, 3, 4, 5, 6, 7 ВСК - 100%.

\* Примітка: ВСК виконувати за винятком недоступних для контролю:

- кільцевої лінії в зоні розташування роздільника потоку;

- кільцевої лінії в зоні розташування кронштейнів віброгасників;

- вертикальної смуги в зоні розташування елементів рівнеміра.

2 Виконати повторні вимірювання твердості елементів реактора (КР та ВБ) в зонах, зазначених в «Рабочей программе...». За отриманими значеннями твердості визначити механічні властивості елементів реактора (КР та ВБ). При визначенні та оцінці механічних властивостей елементів реактора враховувати похибку їх обчислень. Виконати прогноз зміни механічних властивостей елементів реактора (КР та ВБ). Результати направити до Держатомрегулювання.

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 99 |

3 За розробленою та погодженою з Держатомрегулювання галузевою методикою виконати розрахунок ймовірності крихкого руйнування корпусу реактора енергоблоку №5.

4 Виконати уточнений розрахунок міцності елементів ВБ з метою уточнення підходів з оцінки температурних умов (врахування теплового випромінювання, консервативної конфігурації системи TL03, параметрів в ГО при режимах НЕ, ПНЕ та АС).

#### **Заходи з управління старінням деталей головного ущільнення реактора**

В якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:

- Експлуатацію ДГУ проводити відповідно до діючої в ВП ЗАЕС нормативної та експлуатаційної документації.
- Виконувати технічне опосвідчення ДГУ в обсязі та термінах згідно з чинними вимогами НТД та затвердженим у ВП ЗАЕС графіком технічного опосвідчення обладнання та трубопроводів.
- Проводити періодичний контроль металу ДГУ відповідно до «Типовой программы периодического контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000 (ТППК-13)» ПМ-Т.0.03.061-13.
- Виконати роботи з приведення елементів ДГУ реактора у відповідність до вимог НП 306.2.208-2016 згідно з «Организационно-техническими мероприятиями ГП «НАЭК «Энергоатом» по внедрению НП 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій», узгоджених Держатомрегулювання.
- Включити до «Программы управления старением элементов и конструкций энергоблоков 1-6 ОП ЗАЭС» 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 наступні заходи:

1 З метою уточнення підходів до визначення температурних граничних умов для аналізу міцності елементів ДГУ виконати теплогідролічний аналіз їх стану з урахуванням характерних умов теплообміну під тепловою ізоляцією, за необхідності – оновити розрахунки міцності елементів ДГУ.

2 При кожному капітальному ремонті енергоблоку №5 ВП ЗАЕС виконувати вимірювання геометричних розмірів різьби шпильок та гайок. У разі невідповідності ПКД геометричних розмірів різьби шпильок та гайок виконати їх заміну.

3 Виконати повторне вимірювання твердості ДГУ відповідно до «Рабочей программы оценки технического состояния и продления срока эксплуатации деталей главного уплотнения реактора энергоблока № 5 ОП ЗАЭС» 05.РО.УС.ПМ.297–18/Н.

4 Виконати порівняльний аналіз вимірів твердості виконаних в ППР-2019 з виконаними до наступної переоцінки безпеки.

#### **Заходи з управління старінням внутрішньокорпусних пристроїв реактора**

- Експлуатувати ВКП реактора відповідно до діючої у ВП ЗАЕС експлуатаційної документації.

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 100 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Періодично контролювати геометричні розміри вигородки реактора. Періодичність контролю встановити в окремо узгодженому з Держатомрегулювання графіку.</li> <li>• Проводити періодичний неруйнівний контроль металу елементів ВКП (шахта внутрішньокорпусна, вигородка, блок захисних труб) відповідно до заводської «Инструкции по эксплуатации реактора» 320.06.00.00.000 ТО» табл.14.1, пп.: 5, 6, 7 ОКБ «Гидропрес» та окремих програмам, погоджених у встановленому порядку. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вести облік регламентних циклів навантаження ВКП реактора відповідно до ПНАЕ Г-7-008-89.</li> <li>• Відповідно до технічного рішення 05.ЭР.УQ.Тр.1461 «О доработке зазоров в верхних шпоночных соединениях шахты внутрикорпусной реактора» від 16.09.2010: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Контролювати зазори у верхніх шпоночних з'єднаннях, доступних для контролю.</li> <li>2 Під час ППР, що передбачає демонтаж ШВК, додаткові пластини демонтувати з подальшим контролем зазорів по всіх верхніх шпоночних з'єднаннях ШВК.</li> </ol> </li> <li>• Виконати роботи з приведення елементів ВКП реактора у відповідність до вимог НП 306.2.208-2016 згідно «Организационно-технических мероприятий ГП «НАЭК «Энергоатом» по внедрению НП 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій», узгоджених Держатомрегулювання.</li> <li>• Внести відомості про продовження строку експлуатації елементів ВКП реактора (шахта внутрішньокорпусна, вигородка, блок захисних труб) енергоблоку №5 ВП ЗАЕС до паспортів на дане устаткування.</li> <li>• Включити до «Программы управления старением элементов и конструкций энергоблоков 1-6 ОП ЗАЭС» 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 наступні заходи: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Виконати повторні вимірювання твердості ШВК в зонах, зазначених у «Рабочей программе...».</li> <li>2 За отриманими значеннями твердості визначити механічні властивості ШВК. При визначенні та оцінці механічних властивостей ШВК враховувати похибку їх обчислень. Виконати прогноз зміни механічних властивостей ШВК. Результати направити до Держатомрегулювання.</li> <li>3 Виконати розрахункову оцінку на прогресуючу формозміну вигородки від радіаційного розпухання до 35-ї паливної кампанії з урахуванням уточнення результатів розігріву та визначення відповідних температур вигородки. Отримані розрахункові значення розпухання вигородки співставити з виміряними значеннями. Виконати прогнозну оцінку стану вигородки та шахти внутрішньокорпусної включно до 2050 року з урахуванням розігріву та розпухання вигородки для підтвердження працездатного стану. Результати направити до Держатомрегулювання.</li> <li>4 За результатами проведення робіт з розрахункової оцінки на прогресуючу формозміну вигородки від радіаційного розпухання, виконати уточнену оцінку міцності кріпильних елементів вигородки (шпильки і різьбові тяги), а також можливе виникнення зазору між окремими кільцями вигородки, з урахуванням додаткових напружень від розпухання та нерівномірності прогріву вигородки. Результати направити до Держатомрегулювання.</li> </ol> </li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 101 |

5 Виконувати контроль геометричних розмірів вигородки реактора за окремим графіком, погодженим з Держатомрегулювання, після виконання пп.3 та 4.

#### **2.4.2.5.2 Опорні елементи реактора**

Результати розрахунку залишкового ресурсу дозволяють зробити наступний прогноз технічного стану опорних елементів реактора енергоблока №5: до наступної переоцінки безпеки величини параметрів стану опорних елементів реактора не перевищать свого граничного значення. Подальша експлуатація опорних елементів реактора енергоблока № 5 ВП ЗАЕС допускається в проєктному режимі без обмежень.

#### **Заходи з управління старінням**

З метою встановлення передумов для об'єктивного визначення технічного стану ОЕ реактора у понадпроектний період експлуатації, в якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:

1. Рекомендується виконання заходів з моніторингу механізмів старіння ОЕ реактора.

2. Починаючи з ППР-2019 додатково до вимог «Типовой программы периодического неразрушающего контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000» ПМ-Т.0.03.061-13 [21] виконувати:

- огляд ферми опорної під знімними коробами біологічного захисту 1 раз в 4 роки спільно з оглядом елементів кріплення реактора (п «а») пункту 12.8.1 «Устаткування шахти ядерного реактора. Технічний опис та інструкція з експлуатації» 320.01.00.00.000 ТО;

- раз на чотири роки (при капітальному ремонті) повинні бути проконтрольовані кольоровою або магнітно-порошковою дефектоскопією не менше 50% швів сільфона, доступних для контролю, при цьому при кожному наступному огляді повинні враховуватися ділянки, на яких дефектоскопія не проводилася при попередніх оглядах (п «в») пункту 12.8.1 «Оборудование шахты ядерного реактора. Техническое описание и инструкция по эксплуатации» 320.01.00.00.000 ТО;

- контролювати товщину зварних швів і основного металу після зачисток протягом всієї довгострокової експлуатації з дотриманням критерію не менше 4,5 мм (п «г») пункту 12.8.1 «Оборудование шахты ядерного реактора. Техническое описание и инструкция по эксплуатации» 320.01.00.00.000 ТО;

- не рідше одного разу на чотири роки перевіряти стан дренажних труб сільфона і перевіряти дотримання критеріїв прийнятності (п «д») пункту 12.8.1 «Оборудование шахты ядерного реактора. Техническое описание и инструкция по эксплуатации» 320.01.00.00.000 ТО.

#### **2.4.2.5.3 Парогенератори**

Роботи з оцінки технічного стану і старіння ПГ виконуються на підставі наступних документів:

- Типовая программа по управлению старением элементов и конструкций энергоблока АЭС. ПМ-Д.0.03.222-14 [158];

- Типовая программа оценки технического состояния и переназначения срока эксплуатации парогенераторов. ПМ-Т.0.03.164-14 [248];

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 102 |

• Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации парогенераторов реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС. 05.РО.УВ.ПМ.294-17/Н [224].

#### Заходи з управління старінням

З метою встановлення передумов для об'єктивного визначення технічного стану ПГ в перепризначений термін служби, в якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:

1. Рекомендується виконання заходів з моніторингу механізмів деградації ПГ

2. Необхідно продовжувати вести обов'язковий облік сумарної кількості заглушених ТОТ. У разі перевищення критеріального значення 5% від загального їх числа необхідно виконати додаткові розрахункові обґрунтування працездатності ПГ (узгоджені з ДІЯРУ), для демонстрації можливості забезпечення ПГ своїх технологічних та експлуатаційних параметрів на продовжуваній період.

3. Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації ПГ в понад проектний період експлуатації перегляду експлуатаційної документації не потрібно. Умови подальшої експлуатації ПГ наступні

- експлуатацію ПГ проводити відповідно до діючої в ВП «Запорізька АЕС» експлуатаційної документації;
- технічний огляд ПГ проводити відповідно до графіка технічного огляду обладнання і трубопроводів;
- експлуатаційний контроль ПГ виконувати відповідно до вимог діючих на ЗАЕС програм експлуатаційного контролю;
- технічне обслуговування і ремонт ПГ проводити відповідно до графіка ремонтів обладнання і трубопроводів ВП «ЗАЕС».

| Елемент або компонент ПГ | Ефект старіння або механізм деградації | Заходи по УС  |
|--------------------------|--|---|
| Теплообмінні труби       | Корозійне розтріскування під напругою  | 1. Виконання періодичного неруйнівного контролю відповідно до вимог ПМ-Т.0.03.061-13.<br>2. До 2030р. виконати неруйнівного контролю механічних характеристик металу ПГ в зонах і обсягах їх поточної оцінки технічного стану. Провести відповідний перерахунок отриманих значень твердості металу в значення механічних характеристик і виконати оцінку результатів контролю з метою отримання трендів їх зміни. У разі виконання перерахунку за методикою, відмінною від застосованої в рамках поточної ОТС, виконати повторний перерахунок значень, отриманих в рамках поточної ОТС. |
| Колектор теплоносія      | Корозійне розтріскування під напругою  |   |
| Корпус ПГ                | Малоциклова втома                      |   |
| Паровідвідні труби       | Малоциклова втома                      |   |

В результаті виконаних робіт можна зробити висновок про відповідність технічного стану ПГ енергоблока № 5 ВП ЗАЕС вимогам ПНАЕ Г-7-008-89 [20]. Технічний стан ПГ згідно 05.РО.УВ.ПМ.294-17/Н [224] характеризується як працездатне.

З урахуванням проведених аналізів, а також ґрунтуючись на позитивному досвіді експлуатації ПГ енергоблока №5 ВП ЗАЕС протягом 30 років, був зроблений висновок про можливість безпечної експлуатації ПГ 5УВ10W01-5УВ40W01 в перепризначений термін служби.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 103 |

Для ПГ 5YB10W01-5YB40W01, встановлених на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС, пропонується встановити новий перепризначений термін служби до 27.05.2050, за умови дотримання рекомендацій, представлених вище.

#### 2.4.2.5.4 Головний циркуляційний насос

Роботи з оцінки технічного стану і старіння ПГ виконуються на підставі наступних документів:

- «Типовая программа по управлению старением элементов и конструкций энергоблока АЭС» ПМ-Д-0.03.222-14;
- «Эксплуатация технологического комплекса. Долгосрочная эксплуатация действующих энергоблоков АЭС. Общие положения» СОУ НАЕК 080:2014;
- «Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации главных циркуляционных насосов реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС.» 05.РО.УД.ПМ.293-17/Н.

#### Заходи з управління старінням:

В результаті виконаних аналізів технічного стану ГЦН, а також з метою об'єктивного визначення стану ГЦН в надпроектний термін служби рекомендується виконати наступні заходи:

- рекомендується виконання заходів з моніторингу механізмів деградації ГЦН згідно таблиці 13 ФБ-4 [24];
- для забезпечення надійної та безпечної експлуатації ГЦН в понадпроектний термін служби перегляду експлуатаційної документації не потрібно. Умови подальшої експлуатації ГЦН наступні:
  - експлуатацію ГЦН проводити відповідно до діючої на ВП «Запорізька АЕС» експлуатаційної документації;
  - технічний огляд ГЦН проводити відповідно до графіка технічного огляду обладнання і трубопроводів;
  - експлуатаційний контроль основного металу і зварних з'єднань ГЦН виконувати відповідно до чинних в ВП ЗАЕС програмами періодичного контролю;
  - технічне обслуговування і ремонт проводити відповідно до графіка ремонтів обладнання і трубопроводів ВП «Запорізька АЕС».

| Елемент або компонент ГЦН   | Ефект старіння або механізм деградації | Заходи по УС   |
|-----------------------------|--|--|
| 1. «Улитка» з перехідниками | Малоциклова втома                      | 1. Виконання періодичного неруйнівного контролю відповідно до вимог ПМ-Т.0.03.061-13, ТУ У 21656124-002: 2008 КК, 21652124: 2008 РК  |
| 2. Опорні елементи          | Малоциклова втома                      |  |
| 3. Виймна частина           | Малоциклова втома, механічний знос     | 2. До 2030 р провести контроль металу в обсягах додаткового контролю цієї роботи. Провести відповідний перерахунок отриманих значень твердості металу в значення механічних характеристик і виконати оцінку результатів контролю з метою отримання трендів їх зміни. У разі виконання перерахунку за методикою, відмінною від застосованої в рамках поточної ОТС, виконати повторний перерахунок значень, отриманих в рамках поточної ОТС. |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 104 |

#### 2.4.2.5.5 Головний циркуляційний трубопровід

Роботи з оцінки технічного стану ГЦТ виконуються на підставі наступних документів:

- ПМ-Д-0.03.222-14. Типовая программа по управлению старением элементов и конструкций энергоблока АЭС;
- СОУ НАЕК 080:2014. Эксплуатация технологического комплекса. Долгосрочная эксплуатация действующих энергоблоков АЭС. Общие положения;
- 05.РО.УР/УТ/УА/УС.ПМ.296-17/н. Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации трубопроводов систем КД и САОЗ, главных циркуляционных трубопроводов реакторного отделения энергоблока № 5 ОП ЗАЭС;

#### Заходи з управління старінням:

1. Рекомендується виконання заходів з моніторингу механізмів старіння ГЦТ.  
2. Починаючи з встановленого понад проєктний строк експлуатації необхідно здійснювати облік власних циклів навантаження трубопроводів САОЗ НД «пасивн.» з боку ГЄ САОЗ і трубопроводів скидання пари в ББ, відсічених від першого контуру.

3. За результатами розрахунку ГЦТ на циклічну міцність максимальне значення накопиченого втомного пошкодження отримано для трійникового з'єднання ГЦТ-4 «хол.» з трубопроводом планового розхолодження і на 60 років експлуатації прогнозне значення складе  $2,92e-01$ . Беручи до уваги, що даний вузол один раз в 6 років, в обсязі ВК і КК піддається періодичному контролю (згідно ПМ-Т.0.03.061-13), рекомендується, починаючи з початку встановленого понадпроєктний строк експлуатації з періодичністю один раз в 6 років (при виконанні періодичного контролю ГЦТ-4) здійснювати регулярний УЗК контроль (в технічно можливому обсязі), а також вимір твердості кутового зварного з'єднання №24-4.

4. За результатами розрахунку ГЦТ на опір крихкому руйнуванню мінімальне значення температурного запасу крихкої міцності досягається в умовах протікання аварійного сценарію OTHER 2.4.1.8 Непреднамеренное открытие ЗК КД с работой одного канала САОЗ с последующим закрытием на 5500 с в состоянии РУ «горячий останов» без учета обесточивания» для патрубкового з'єднання ГЦТ-1 «хол.» з трубопроводом САОЗ НД, і на 60 років експлуатації прогнозне значення складе 24.71 С. Беручи до уваги, що даний вузол один раз в 6 років, в обсязі ВК і КК піддається періодичному контролю (згідно ПМ-Т.0.03.061-13 [28 ]), рекомендується, починаючи з початку встановленого понадпроєктний строк експлуатації з періодичністю один раз в 6 років (при виконанні періодичного контролю ГЦТ-1) здійснювати регулярний УЗК контроль (в технічно можливому обсязі), а також вимір твердості кутового зварного з'єднання №28.

| Елемент або компонент ГЦТ | Ефект старіння або механізм деградації | Заходи по УС   |
|---------------------------|--|--|
| Трубопроводи              | Малоциклова втома                      | 1. Виконання періодичного неруйнівного контролю відповідно до вимог ПМ-Т.0.03.061-13.<br>2. До 2030 р виконати обстеження технічного стану і контроль металу трубопроводів в зонах і обсягах додаткового контролю справжньою ОТС. Провести відповідний перерахунок отриманих значень твердості металу в значення механічних характеристик і виконати оцінку результатів контролю з метою отримання трендів |



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 105 |

| Елемент або компонент ГЦТ                    | Ефект старіння або механізм деградації | Заходи по УС   |
|--|--|--|
|  |  | їх зміни. У разі виконання перерахунку за методикою, відмінною від застосованої в рамках поточної ОТС, виконати повторний перерахунок значень, отриманих в рамках поточної ОТС.<br><br>З метою додаткового моніторингу можливої зміни механічних властивостей, а також з метою їх додаткового уточнення, рекомендується використовувати результати періодичного контролю механічних властивостей металу ГЦТ і трубопроводів після 300 тис. годин експлуатації. |
| Кутове зварене з'єднання №24-4 ГЦТ 4-й петлі | Малоциклова втома                      | Починаючи з встановленого понад проектний строк експлуатації з періодичністю один раз в 6 років (при виконанні періодичного контролю зазначених петель ГЦТ) здійснювати регулярний УЗК контроль (в технічно можливому обсязі), а також вимірювання твердості.  |

З метою забезпечення надійної та безпечної експлуатації ГЦТ в понадпроектний період експлуатації перегляду експлуатаційної документації не потрібно. Умови подальшої експлуатації ГЦТ наступні:

- експлуатацію ГЦТ проводити відповідно до діючої на ВП «Запорізька АЕС» експлуатаційної документації;
- технічний огляд ГЦТ проводити відповідно до графіка технічного огляду обладнання і трубопроводів;
- експлуатаційний контроль основного металу і зварних з'єднань ГЦТ виконувати відповідно до чинних в ВП ЗАЕС програмами періодичного контролю;
- технічне обслуговування і ремонт проводити відповідно до графіка ремонтів обладнання і трубопроводів ВП «Запорізька АЕС».

Для ГЦТ, встановленого на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС, пропонується встановити новий термін експлуатації до 27.05.2050, за умови дотримання рекомендацій з управління старінням.

#### 2.4.2.5.6 Гідроємності САОЗ

Роботи з оцінки технічного стану і старіння ГЄ САОЗ виконуються на підставі наступних документів:

- «Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации гидроемкостей САОЗ реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС. 05.РО.УТ.ПМ.295-17/Н».
- «Типовая программа по управлению старением элементов и конструкций энергоблока АЭС. ПМ-Д.0.03.222-14».
- «Эксплуатация технологического комплекса. Долгосрочная эксплуатация действующих энергоблоков АЭС. Общие положения. СОУ НАЕК 080:2014».

#### Заходи з управління старінням

З метою встановлення передумов для об'єктивного визначення технічного стану ГЄ САОЗ в перепризначений термін служби, в якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:

- рекомендується виконання заходів з моніторингу механізмів деградації ГЄ САОЗ.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 106 |

- вести облік власних циклів ГЕ САОЗ.
- для забезпечення надійної та безпечної експлуатації ГЕ САОЗ в перепризначений термін служби перегляду експлуатаційної документації не потрібно. Умови подальшої експлуатації ГЕ САОЗ наступні:
  - експлуатацію ГЕ САОЗ проводити відповідно до діючої на ВП «Запорізька АЕС» експлуатаційної документації;
  - технічний огляд ГЕ САОЗ проводити відповідно до графіка технічного огляду обладнання і трубопроводів;
  - експлуатаційний контроль основного металу і зварних з'єднань елементів ГЕ САОЗ виконувати методами, в об'ємі та з періодичністю відповідно до вимог ПМ-Т.0.03.061-13 [21];
  - технічне обслуговування і ремонт проводити відповідно до графіка ремонтів обладнання і трубопроводів ВП «Запорізька АЕС».

| Елемент або компонент ГЕ САОЗ | Ефект старіння або механізм деградації | Заходи по УС   |
|-------------------------------|--|--|
| Корпус ГЕ САОЗ                | Циклічна втома                         | 1. Виконання періодичного неруйнівного контролю відповідно до вимог ПМ-Т.0.03.061-13<br>2. До 2030 р провести контроль металу в обсягах додаткового контролю цієї роботи. Провести відповідний перерахунок отриманих значень твердості металу в значення механічних характеристик і виконати оцінку результатів контролю з метою отримання трендів їх зміни. У разі виконання перерахунку за методикою, відмінною від застосованої в рамках поточної ОТС, виконати повторний перерахунок значень, отриманих в рамках поточної ОТС. |

З урахуванням результатів проведеного в ФБ-4 [24] аналізу, а також ґрунтуючись на позитивному досвіді експлуатації ГЕ САОЗ енергоблока №5 в ВП ЗАЕС протягом проектного терміну експлуатації, зроблено висновок про можливість безпечної експлуатації головних гідроємностей САОЗ (5УТ11В01, 5УТ12В01, 5УТ13В01 і 5УТ14В01) в понадпроектний термін.

Для гідроємностей САОЗ (5УТ11В01, 5УТ12В01, 5УТ13В01 і 5УТ14В01) встановлених на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС, може бути встановлений новий перепризначений термін експлуатації до 27.05.2050, за умови дотримання рекомендацій заходів з управління старінням.

#### 2.4.2.5.7 Компенсатор тиску

Роботи з оцінки технічного стану і старіння КТ виконуються на підставі наступних документів:

- «Типовая программа по управлению старением элементов и конструкций энергоблока АЭС. ПМ-Д-0.03.222-14».
- «Эксплуатация технологического комплекса. Долгосрочная эксплуатация действующих энергоблоков АЭС. Общие положения. СОУ НАЕК 080:2014».
- «Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации компенсатора давления реакторного отделения энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. 05.РО.УР.ПМ.291-17/Н».

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 107 |

### Заходи з управління старінням

З метою встановлення передумов для об'єктивного визначення технічного стану КТ в перепризначений термін служби, в якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:

1. Рекомендується виконання заходів з моніторингу механізмів деградації КТ.

2. Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації КТ в перепризначений термін служби перегляду експлуатаційної документації не потрібно. Умови подальшої експлуатації КТ наступні:

- експлуатацію КТ проводити відповідно до діючої на ВП ЗАЕС експлуатаційної документації;
- технічний огляд КТ проводити відповідно до графіка технічного огляду обладнання і трубопроводів;
- експлуатаційний контроль основного металу і зварних з'єднань КТ виконувати відповідно до чинних в ВП ЗАЕС програм періодичного контролю;
- технічне обслуговування і ремонт проводити відповідно до графіка ремонтів обладнання і трубопроводів ВП ЗАЕС.

Для забезпечення контролю за деградацією матеріалів КТ рекомендується здійснити наступні заходи:

| Елемент або компонент КТ                | Ефект старіння або механізм деградації | Заходи по УС   |
|---|--|--|
| Корпус, патрубки, фланцеве з'єднання КТ | Малоциклова втома                      | 1. Виконання періодичного неруйнівного контролю відповідно до вимог ПМ-Т.0.03.061-13.<br>2. До 2030р. виконати неруйнівний контроль механічних характеристик металу КТ в зонах і об'ємах їх поточної оцінки технічного стану. Провести відповідний перерахунок отриманих значень твердості металу в значення механічних характеристик і виконати оцінку результатів контролю з метою отримання трендів їх зміни. У разі виконання перерахунку за методикою, відмінною від застосованої в рамках поточної ОТС, виконати повторний перерахунок значень, отриманих в рамках поточної ОТС. |

В результаті виконаних робіт зроблено висновок про відповідність технічного стану КТ енергоблока №5 ВП ЗАЕС вимогам ПНАЕ Г-7-008-89 [20]. Технічний стан КТ згідно 05.РО.УР.ПМ.291-17/Н [225] характеризується як працездатне.

З урахуванням вищесказаного, а також ґрунтуючись на позитивному досвіді експлуатації КТ енергоблока №5 в ВП ЗАЕС протягом 30 років, зроблено висновок про можливість безпечної експлуатації компенсатора тиску 5УР10В01 в понадпроектний термін.

Для компенсатора тиску 5УР10В01, встановленого на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС, може бути встановлений новий перепризначений термін експлуатації до 27.05.2050, за умови дотримання рекомендацій з управління старінням.

#### 2.4.2.5.8 Барботажний бак

Роботи з оцінки технічного стану і старіння ББ виконувалися на підставі наступних документів:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 108 |

- «Типовая программа по управлению старением элементов и конструкций энергоблока АЭС» ПМ-Д-0.03.222-14;
- «Эксплуатация технологического комплекса. Долгосрочная эксплуатация действующих энергоблоков АЭС. Общие положения» СОУ НАЕК 080:2014;
- «Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации барботажного бака реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС» 05.РО.УР.ПМ.292-17/Н.

#### Заходи з управління старінням

З метою встановлення передумов для об'єктивного визначення технічного стану ББ в перепризначений термін служби, в якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:

1. Рекомендується виконання заходів з моніторингу механізмів деградації ББ.
2. Починаючи з встановленого перепризначеного терміну служби, вести облік власних циклів ББ, зазначених в 320.02.03.00.000ТУ.
3. Для забезпечення надійної та безпечної експлуатації ББ в перепризначений термін служби перегляду експлуатаційної документації не потрібно. Умови подальшої експлуатації ББ наступні:
  - експлуатацію ББ проводити відповідно до діючої на ВП ЗАЕС експлуатаційної документації;
  - технічний огляд ББ проводити відповідно до графіка технічного огляду обладнання і трубопроводів;
  - експлуатаційний контроль основного металу і зварних з'єднань ББ виконувати відповідно до чинних в ВП ЗАЕС програм періодичного контролю;
  - технічне обслуговування і ремонт проводити відповідно до графіка ремонтів обладнання і трубопроводів ВП ЗАЕС.

Для забезпечення контролю за деградацією матеріалів ББ рекомендується здійснити наступні заходи:

| Елемент або компонент ББ | Ефект старіння або механізм деградації | Заходи по УС  |
|--------------------------|--|---|
| Корпус ББ                | Малоциклова втома, локальна корозія    | 1. Виконання періодичного неруйнівного контролю відповідно до вимог керівництва з капітального ремонту ББ 123456.ЕР.УР.РК.1280.<br>2. До 2030 р провести контроль металу в обсягах додаткового контролю цієї роботи. Провести відповідний перерахунок отриманих значень твердості металу в значення механічних характеристик і виконати оцінку результатів контролю з метою отримання трендів їх зміни. У разі виконання перерахунку за методикою, відмінною від застосованої в рамках поточної ОТС, виконати повторний перерахунок значень, отриманих в рамках поточної ОТС. |

Технічний стан обстежуваного ББ характеризується як задовільний, при якому це обладнання зберігає здатність виконувати свої функції в повному обсязі.

З урахуванням вищесказаного, а також ґрунтуючись на позитивному досвіді експлуатації ББ енергоблока №5 в ВП ЗАЕС протягом 30 років, зроблено висновок про можливість безпечної експлуатації ББ 5УР20В01 в понадпроектний термін до 27.05.2050, за умови виконання рекомендацій з управління старінням.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 109 |

#### **2.4.2.5.9 Конструкції системи герметичного огороження РВ**

Роботи з оцінки технічного стану і старіння конструкцій системи герметичного огороження РВ виконувалися на підставі наступних документів:

- Типова програма оцінки технічного стану та перепризначення ресурсу/терміну служби систем герметичного огороження локалізуючих систем безпеки ВВЕР-1000. ПМ-Т.0.03.181-13;
- Робоча програма проведення обстеження, оцінки поточного стану та перепризначення ресурсу/терміну служби системи герметичного огороження - локалізуючої системи безпеки ВВЕР-1000. Енергоблок №5 ВП ЗАЕС. 05.РО.ХА.ПМ.202/18-Р.

Перелік елементів ЛСБ, що підлягають управлінню старінням:

- Залізобетонні конструкції, що захищають (ЖОК).
- Система попереднього напруження захисної оболонки (СПЗО).
- Герметизуюче сталеве облицювання (ГСО) ОСБ-СГО.
- Основний шлюз (ОШ).
- Аварійний шлюз (АШ).
- Люк експлуатаційний, монтажний.
- Технологічні герметичні проходки (ДП), включаючи проходки імпульсних ліній, трапів і зливних пристроїв.
- Корпуси проходок електричних ВДУ, ПГКК, «Елокс».
- Ділянки трубопровідних комунікацій ОСБ-СГО, які перетинають ГО в межах ізолюючих пристроїв (трубопроводи в межах ІУ).
- Ізолюючі пристрою (ВП).
- ГСО ОСБ-ВНСС.
- Фільтруючі елементи (сітки) ОСБ-ВНСС.

З урахуванням вищесказаного, а також з метою встановлення передумов для об'єктивного визначення технічного стану СГО ЛСБ в понадпроектний період експлуатації, в якості заходів з управління старінням рекомендується реалізувати наступні заходи:

1. Для запобігання процесу корозії конструкцій з пошкодженим антикорозійним покриттям необхідно щорічно (в період ППР енергоблока) виконувати огляд металевих конструкцій і елементів СГО ЛСБ і відновлювати захисне антикорозійне покриття в місцях його пошкодження.

2. З огляду на незначну величину глибини карбонізації бетону відносно величини захисного шару ЖОК, на поточний момент відсутня необхідність у виконанні заходів з технічної реабілітації конструкцій. Рекомендується в рамках поточних обстежень виконувати випробування зразків бетону і в разі наявності позитивної динаміки у розвитку процесу карбонізації розглянути варіант пристрою захисного покриття зовнішньої поверхні ЖОК в приміщеннях з агресивним середовищем.

З урахуванням вищесказаного, а також ґрунтуючись на позитивному досвіді експлуатації СГО ЛСБ енергоблока №5 в ВП ЗАЕС протягом 30 років, можна зробити висновок про можливість безпечної експлуатації елементів СГО ЛСБ в понадпроектний термін до 30.12.2048 (Решение №05.МР.ХА.РШ.559-19) за умови виконання рекомендацій з управління старінням.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 110 |

#### **2.4.2.5.10 Будівельні конструкції енергоблока №5 ВП ЗАЕС**

Перелік будівельних конструкцій енергоблока №5 ВП ЗАЕС, що підлягають управлінню старінням:

- Основа реакторного відділення енергоблока №5 ВП ЗАЕС;
- Будівельні конструкції фундаментної плити, стін і перекриттів фундаментної частини РВ-5;
- Будівельні конструкції обстройки і вентиляційної труби РВ-5;
- Внутрішні будівельні конструкції гермооб'єму РВ-5;
- Будівельні конструкції шахти реактора енергоблока №5 ВП ЗАЕС;
- Будівельні конструкції басейну витримки енергоблока №5 ВП ЗАЕС;
- Будівельні конструкції будівлі головного корпусу енергоблока №5 ВП ЗАЕС (машзал, деаераторне відділення, ЕЕТУ);
- Будівельні конструкції РДЕС енергоблока №5 ВП ЗАЕС (5РДЕС1, 5РДЕС2, 5РДЕС3, фундаменти дизельгенераторних станцій, компресорних установок, насосних агрегатів системи технічної води відповідальних споживачів (СТВВС)) і ЗРДЕС енергоблоків №5 і 6 ВП ЗАЕС;
- Будівельні конструкції естакади технологічних трубопроводів контрольованої зони;
- Будівельні конструкції бризкальних басейнів системи відповідальних споживачів і приміщень засувок енергоблока №5;
- Будівельні конструкції фундаментів, закладених деталей і елементів розкріплення обладнання РВ енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

Механізми старіння будівельних конструкцій енергоблока №5 ВП ЗАЕС були встановлені на підставі вимог робочих програм обстеження, оцінки технічного стану та перепризначення ресурсу.

Детальна оцінка механізмів деградації будівельних конструкцій енергоблока №5 ВП ЗАЕС виконана в звітах за результатами оцінки механізмів деградації будівельних конструкцій енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

Для прогнозу технічного стану будівельних конструкцій енергоблока №5 ВП ЗАЕС використані результати аналізу зміни технічних параметрів, яке було проведено у заключних звітах за результатами обстеження, оцінки технічного стану та перепризначення ресурсу/терміну експлуатації з метою визначення їх залишкового ресурсу.

Детальна інформація про механізми деградації будівельних конструкцій енергоблока №5 ВП ЗАЕС та технічні рішення про продовження їх терміну експлуатації наведені у розділі 2.3.5.10 ФБ-4 [27].

#### **2.4.2.5.11 Кабельне господарство енергоблока №5 ВП ЗАЕС**

Оцінка механізмів старіння кабелів СБ і СВБ проводилась по документу [26].

На підставі виконаного комплексу робіт, аналізу звітної документації спеціалізованої організації та цехів-власників кабелів, підтверджено, що обладнання відповідає вимогам проектної та експлуатаційної документації та виконує свої функції в повному обсязі.

По результатам виконаних робіт розроблені соотчетственные рішення про продовження експлуатації кабелів:

- типу СПОВр енергоблока №5 до 15.06.2028 року;

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 111 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• типу ААБнлГ, ЦААБнлГ енергоблока №5 до 23.05.2028 року;</li> <li>• типу ПвВнг енергоблока №5 до 24.05.2028 року;</li> <li>• типу КПоБВнг енергоблока №5 до 18.03.2021 року;</li> <li>• типу КПЕТІнг енергоблока №5 - до 28.05.2024 року;</li> <li>• типу КПоЕВнг енергоблока №5 до 09.02.2025 року;</li> <li>• типу АВВГнг, ВВГнг енергоблока №5 до 23.05.2028 року;</li> <li>• типу ПвБВнг енергоблока №5 до 24.05.2028 року;</li> <li>• типу КВВГнг, КВВГенг енергоблока №5 до 29.05.2028 року;</li> <li>• типу ТСВ енергоблока №5 до 09.02.2028 року;</li> <li>• типу КУГВЕВнг енергоблока №5 до 31.05.2034 року.</li> </ul> <p><b>2.4.2.6Процедури оцінки деградації в результаті старіння</b><br/>Для кожного елемента ПУС ЗАЕС встановлені процедури оцінки деградації в результаті старіння. Перелік таких процедур для кожного елемента наведено в таблиці 3 ФБ-4 [24].<br/>У ході оцінки достатності процедур встановлено, що для елементів ПУС ЗАЕС в існуючих процедурах повною мірою забезпечується виконання вимог документа ПМ-Д.0.03.222-14 [24].</p> <p><b>2.4.2.7Оцінка існуючих способів і методів контролю, діагностики елементів</b><br/>Результати оцінки існуючих способів і методів контролю, діагностики елементів, у тому числі перевірки й випробувань, наведені у ФБ-2 [18].</p> <p><b>2.4.2.8Ефективність програми технічного обслуговування та ремонтів для управління старінням елементів, які не підлягають заміні</b><br/>Розробка програм виконання оцінок технічного стану для оцінки старіння з метою продовження терміну експлуатації носить комплексний характер. Програми для елементів ПУС ВП ЗАЕС наведені в таблиці 3 ФБ-4 [24]. У своєму складі програми консолідують заходи з ТОіР, існуючі на ВП ЗАЕС, і додаткові заходи, необхідні для всебічної оцінки старіння. Програми проходять встановлену процедуру узгодження. Надалі, для підтримки ефективності контролю старіння розроблені програми будуть регулярно виконуватися.</p> <p><b>2.4.2.9Заходи щодо контролю й ослабленню механізмів і ефектів старіння</b><br/>Для елементів ПУС ЗАЕС виконуються заходи щодо контролю старіння. У таблиці 4 ФБ-4 [24] наведені процедури, що містять такі заходи й результати оцінки їх ефективності.<br/>Для елементів АЕС, по яких виявлений темп старіння обмежує прогнозований термін служби енергоблока, розроблені заходи щодо ослаблення старіння. У таблиці 4 ФБ-4 [24] наведені процедури, що містять такі заходи.<br/>У ході оцінки заходів встановлено, що для елементів ПУС ЗАЕС розроблено достатньо заходів щодо контролю й ослаблення старіння.</p> <p><b>2.4.2.10 Оцінка ефективності діяльності ВП ЗАЕС по управлінню старінням</b><br/>Відповідно до «Программы управления старением элементов и конструкций энергоблоков №1-6 ОП ЗАЭС» 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16 [24] ефективність</p> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 112 |

діяльності з управління старінням ЕК енергоблоків ВП ЗАЕС підтверджується наступним:

- фактичний стан елементів і конструкцій енергоблока, охоплених діяльністю з управління старінням, дозволяє виконувати покладені на них проектом функції;
- результати випробувань, вимірювань та контролю, виконані при планових ремонтах, технічних обслуговуваннях та оцінках технічного стану елементів і конструкцій, відповідають критеріям, встановленим експлуатаційною, проектно-конструкторською і нормативною документацією;
- фактичні параметри навколишнього середовища, а також величини параметрів, що характеризують стан нормальної експлуатації елементів (таких, як рН, активність, температура, тиск, величина струму і напруги) знаходяться в межах, установлених експлуатаційною, проектно-конструкторською і нормативною документацією;
- кількість відмов внаслідок старіння при роботі елементів енергоблока не зросла;
- кваліфікація елементів енергоблока, охоплених програмою кваліфікації, проведена з позитивними результатами.

В якості індикаторів ефективності діяльності з управління старінням використовуються наступні:

- наявність вимушених простоїв енергоблока через відмови елементів, пов'язаних з їх старінням;
- зміна величин витрат на проведення планових ремонтів та технічні обслуговування елементів і конструкцій, а також на проведення їх відновлювальних ремонтів;
- наявність відхилень значень експлуатаційних параметрів елементів і конструкцій енергоблока, охоплених діяльністю з управління старінням, від значень допустимих експлуатаційною документацією;
- зміна періодичності ремонтів і технічного обслуговування, прийнятої за результатами проведення робіт з управління старінням, по відношенню до періодичності, встановленої спочатку експлуатаційною та проектно-конструкторською документацією.

22.06.2018 в СУНРМ ВП ЗАЕС проводилась самооцінка якості, яка стосувалася, в тому числі і питання, що пов'язане з управлінням старінням.

В результаті виконаного аналізу інформації про ефективність управління старінням можна зробити висновок, що відсутність відмов елементів, які увійшли в ПУС з причини старіння, свідчить про те, що на енергоблоках №1-6 ВП ЗАЕС ведеться ефективна діяльність з управління старінням.

Аналіз порушень в роботі енергоблоків №1-6 ВП ЗАЕС за 2018 рік показав відсутність відмов елементів і конструкцій з причин, пов'язаних зі старінням ( $n = 0$ ). Отже показник ефективності управління старінням  $K_{ус} = 100\%$ .

Існуюча система ТОіР для управління старінням елементів, які увійшли в ПУС, є ефективною, тому що з моменту впровадження програми управління старінням не виявлено відмов критичних елементів через неякісну ТОіР.

Відхилень значень експлуатаційних параметрів елементів і конструкцій енергоблока, охоплених діяльністю з управління старінням, від значень допустимих експлуатаційною документації не спостерігалось.

### ***Висновки про ефективність реалізації ПУС ВП ЗАЕС***

**Обсяг ПУС.** ПУС містить всі ЕК, які повинні бути включені в цю програму відповідно до методики відбору. Для всіх ЕК, включених в ПУС, ефекти старіння



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 113 |

виявлені, а механізми деградації встановлені. Ефекти старіння та механізми деградації перераховані для всіх елементів і конструкцій, що містяться в переліках ПУС.

*Превентивні заходи.* Діяльність ВП ЗАЕС по УС спрямована на попередження розвитку деградації або пом'якшення їх впливу. Превентивні заходи включають в себе дотримання норм водно-хімічного режиму згідно з чинними вимогами, викладеними для енергоблоків № 1-6 в наступних документах:

- СОУ-Н ЯЕК 1.013:2014 «Теплоносій першого контуру ядерних енергетичних реакторів типу ВВЕР-1000. Технічні вимоги і способи забезпечення якості»;
- СОУ-Н ЯЕК 1.028:2013 «Водно-хімічний режим другого контуру атомних електростанцій з реакторами типу ВВЕР. Технічні вимоги до якості робочого середовища другого контуру».

*Виявлення ефектів старіння.* Виявлення ефектів старіння передуює досягненню ЕК граничного стану, з цією метою параметри технічного стану контролюються відповідними методами і методиками. Періодичність контролю і представницькі зразки визначено й обґрунтовано. Дана діяльність заснована на виконанні експлуатаційного контролю металу з встановленою періодичністю та обсягами. Періодичність контролю і представницькі зразки визначено й обґрунтовано. Дана діяльність заснована на виконанні експлуатаційного контролю металу із встановленою періодичністю та обсягами. Для енергоблоків № 1-6 роботи проводяться згідно з ПМ-Т.0.03.061-13 «Типовой программой периодического контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электро-станций с реакторами ВВЭР-1000 (ТППК-13)» [21].

ПУС ВП ЗАЕС передбачає також розробку робочих програм експлуатаційного контролю металу, додаткові програми з контролю металу обладнання та трубопроводів, які враховують заявки підрозділів-власників, складених на підставі досвіду експлуатації, а також робочі програми з виконання заходів по УС в ППР на підставі рішень про перепризначення терміну служби ЕК (додаткові заходи по УС). Ефекти старіння будівель і споруд виявляються при проведенні моніторингу та технічного огляду будівельних конструкцій.

*Моніторинг і аналіз тренда.* Проводиться порівняння результатів поточного контролю параметрів технічного стану з попередніми з метою визначення темпів деградації. В протоколах, актах, висновках, оформлених за результатами контролю металу, відображаються всі несумісності, що перевищують мінімально фіксуемий рівень із зазначенням їх величини та розташування. Інформація про проведений контроль вноситься до паспортів відповідного обладнання і трубопроводів. Проводиться порівняльний аналіз існуючих контролів з попередніми.

*Пом'якшення деградації.* Здійснюється діяльність (експлуатація, техобслуговування, ремонт, заміна тощо), яка дозволяє пом'якшувати подальшу деградацію після того, як ефекти старіння були встановлені, а механізми деградації визначені, при цьому параметри технічного стану все ще знаходяться в межах критеріїв прийнятності. ПУС ВП ЗАЕС містить посилання на ремонтну документацію, відповідно до якої проводиться техобслуговування, капітальний ремонт, усуваються дефекти або замінюються деталі.

*Критерії прийнятності.* Критерії прийнятності, відповідно до яких виявляється необхідність коригувальних дій, забезпечують виконання ЕК покладених на них функцій протягом періоду експлуатації. Критерії прийнятності розроблені на основі норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки, зазначених в ПУС ВП ЗАЕС, а також містяться в типових програмах з експлуатаційного контролю металу.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 114 |

*Коригувальні заходи.* Визначено дії, які робляться в разі, якщо критерії прийнятності не виконуються. Вони детально описані в зведених планах-графіках заходів по УС в додатку Д до ПУС ВП ЗАЕС. Коригувальні дії спрямовані на усунення причин і своєчасне запобігання повторного розвитку деградації. Коригувальні дії спрямовані на усунення причин і своєчасне запобігання повторного розвитку деградації.

*Облік досвіду експлуатації, результатів досліджень і розробок.* Організовано процес, який гарантує своєчасний облік досвіду експлуатації, результатів досліджень, розробок. На ВП ЗАЕС даний процес забезпечується роботою інформаційної системи ОІСДЕ. ПУС ВП ЗАЕС передбачає, в разі необхідності, розробку і виконання нових заходів з УС.

*Забезпечення якості.* Адміністрацією ВП ЗАЕС здійснюється постійний контроль за веденням документації та реалізацією ПУС. Підходи і методи описані в розділі 6 ПУС ВП ЗАЕС. Система забезпечення якості ВП ЗАЕС гарантує виконання ПУС, підтримання її в актуальному стані.

На підставі зазначеного в ФБ-4 [24] аналізу на відповідність дев'яти атрибутів можна зробити висновок, що діяльність ВП ЗАЕС з УС є ефективною.

#### **2.4.2.11 Прогноз технічного стану систем і елементів, які обмежують строк експлуатації енергоблока**

Для всіх елементів ПУС ЗАЕС виконано прогнозування технічного стану та визначений строк продовження експлуатації.

Проектні значення ресурсних характеристик для цих елементів з урахуванням заміненого обладнання наведено в таблицях 1-3 ФБ-4 [24].

Строк продовження експлуатації наведено в таблиці 4 ФБ-4 [24]. У розділі 2.3.5 ФБ-4 [24] наведені існуючі результати прогнозу зміни технічного стану критичних елементів енергоблока № 5 ВП ЗАЕС, наведених у розділі 2.3.3 «Переліки елементів, які підлягають управлінню старінням».

Прогноз виконаний методом екстраполяції зміни параметра технічного стану, враховуючи його фактичне значення на момент оцінки технічного стану й швидкість зміни. Підставою для виконання прогнозу стали результати розрахунків залишкового ресурсу, наведені у звітах по оцінці технічного стану відповідних елементів (будівельних конструкцій) і отримані при оцінці зміни параметра елемента.

Даний аналіз дозволяє виконати прогноз стану елемента у понадпроектний строк експлуатації енергоблока, що відображено в розділі 2.3.5 ФБ-4 [24] для кожного елемента.

Прогнозні значення ресурсних характеристик для всіх елементів ПУС ВП ЗАЕС будуть визначені після оцінки їх технічного стану.

#### **2.4.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-4 «Старіння споруд, систем і елементів, важливих для безпеки»**

Програма управління старінням елементів енергоблоків ВП ЗАЕС деталізує й доповнює ПМ-Д.0.03.222-14 [24] стосовно до ВП ЗАЕС.

Положення ПУС базуються на вимогах діючої виробничої документації ВП ЗАЕС і повністю їм відповідають. ПУС ЗАЕС є основним керівним організаційно-технічним документом по продовженню строків експлуатації енергоблоків ВП ЗАЕС.

Дані ПУС використовуються для оптимізації ремонту та технічного обслуговування елементів, реалізації програм їх модернізації і реконструкції, для розробки експлуатаційних процедур, програм випробувань і вимірів.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 115 |

Ефективність застосовуваних методів і засобів контролю технічного стану елементів енергоблока достатня для ідентифікації й своєчасного виявлення їх деградації.

Заходи щодо управління старінням розроблені таким чином, щоб максимально використовувати дані, одержувані при виконанні у ВП ЗАЕС діяльності з технічного обслуговування та ремонту, експлуатації, кваліфікації обладнання, а також виконанню спеціальних програм на конкретних системах (елементах). У той час, дані, одержувані в процесі управління старінням конкретних елементів енергоблока, застосовуються для оптимізації процедур по їх технічному обслуговуванню, ремонту й моніторингу в процесі експлуатації, а також для обґрунтування безпеки при продовженні терміну служби енергоблока.

Плани-Графіки проведення робіт з управління старінням передбачають завершення робіт із продовження призначених ресурсних показників елементів до виробітку ними відповідного ресурсу або витікання термінів служби.

Службою з управління надійністю, ресурсом і модернізації (СУНРМ) проводиться постійний аналіз дій з управління старінням з оцінкою їх ефективності, за результатами якого ухвалюються адекватні заходи для усунення недоліків і вдосконалення системи управління старінням елементів енергоблока.

На енергоблоці №5 ЗАЕС здійснюється постійний моніторинг процесів старіння, технічного стану, а також проводиться періодична їхня оцінка з метою визначення ефективності управління старінням і перепризначення ресурсу елементів енергоблока, здійснюється постійний моніторинг процесів старіння кабелів.

На основі виконаного аналізу встановлено, що фактичний стан системи управління старінням ЗАЕС відповідає нормативним вимогам до політики експлуатуючої організації з управління старінням, організації управління старінням і ресурсам для його здійснення.

В ВП ЗАЕС впроваджена автоматизована інформаційна система управління старінням. Модуль розроблений у вигляді окремого програмного додатка, інтегрованого з переліками, довідниками й класифікаторами Української бази даних надійності обладнання АЕС (УБДН). У модулі АСУС і УБДН АЕС використовується єдина система класифікації, що забезпечує сумісність даних про обладнання різних АЕС і, таким чином, забезпечується можливість їх спільного використання.

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок про те, що Програма управління старінням елементів і конструкцій енергоблоків №1-6 ВП ЗАЕС містить усі необхідні компоненти для управління старінням.

Необхідно відзначити, що остаточно понадпроектний термін експлуатації енергоблока №5 ВП ЗАЕС буде визначено після узгодження з Держатомрегулювання всього ЗППБ, в тому числі і глави «Комплексний аналіз безпеки», в якій, відповідно до розділу 6.7 СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6], буде виконано загальний висновок про можливість подальшої експлуатації енергоблока з урахуванням розгляду всіх чинників безпеки.

У період продовженої експлуатації необхідно виконувати регулярні переоцінки безпеки з метою контролю системи управління старіння й одержання нових відомостей про старіння елементів енергоблока.

Існуюча програма управління старінням елементів, а також поточний стан їх ресурсних характеристик, підтверджують можливість безпечної експлуатації енергоблока протягом перепризначеного терміну служби з обліком запланованих адміністративних і технічних заходів.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 116 |

Станом на 11.11.2020 не погоджені з Держатомрегулювання рішення щодо продовження терміну експлуатації насосного обладнання, крана кругової дії енергоблока №5, 5РДЕС2.

Враховуючи отримані результати прогнозування технічного стану з урахуванням старіння елементів, які обмежують строк експлуатації енергоблока, наявність ефективної системи управління старінням елементів енергоблока №5 ВП ЗАЕС і виконання розроблених за результатами переоцінки безпеки заходів, можлива безпечна експлуатація обладнання й споруджень енергоблока №5 ВП ЗАЕС протягом перепризначеного терміну служби, за умови погодження рішень про ПСЕ насосного обладнання, крана кругової дії енергоблока №5, 5РДЕС2, з актуальними заходами з управління старінням.

### **2.5 Фактор безпеки №5 «Детерміністичний аналіз безпеки»**

Оцінка даного фактору безпеки здійснюється за допомогою застосування методу інженерної оцінки на підставі змін, що відбулися за звітний період, і виконаного раніше ЗАБ.

Основним завданням аналізу ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки» є підтвердження того, що:

- для поточного стану енергоблока виконаний детерміністичний аналіз безпеки під час його нормальної експлуатації, порушень нормальної експлуатації та проєктних аварій;
- проаналізовані запроєктні аварії і розроблені заходи з управління ними.

Детальний аналіз фактору безпеки розглянуто в документі ЗППБ Фактор безпеки №5. Детерміністичний аналіз безпеки. 21.5.59.ОППБ.05 [33].

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 117 |

## 2.5.1 Метод і критерії оцінки

### *Метод оцінки*

Оцінка даного фактору безпеки здійснюється за допомогою застосування методу інженерної оцінки потенційного впливу змін, що відбулися за звітний період, на результати виконаного раніше ЗАБ.

### *Критерії оцінки*

Критерії оцінки при аналізі даного фактору безпеки ґрунтуються на вимогах щодо забезпечення цілісності основних бар'єрів безпеки (тобто, забезпечення умов охолодження паливних елементів, збереження цілісності паливної таблетки, обладнання/трубопроводів першого і другого контурів і герметичності захисної оболонки енергоблока) і обмеження виходу радіоактивних продуктів поділу в навколишнє середовище при порушеннях нормальної експлуатації і проєктних аваріях.

Для забезпечення виконання основних принципів безпеки НП 306.2.141-2008 [3], що реалізуються при проєктуванні АЕС і її систем з урахуванням вимог забезпечення ядерної безпеки, що застосовуються до реактора і систем РУ, важливих для безпеки, і вимог до систем (пристроїв), що захищають обладнання і трубопроводи від перевищення тиску повинні виконуватися наступні вимоги:

- активна зона і інші системи, що визначають умови її роботи, повинні бути спроектовані таким чином, щоб при нормальній експлуатації, порушеннях нормальної експлуатації і проєктних аваріях виключалося перевищення встановлених меж пошкодження твєлів згідно з [11], а саме:

- межа безпечної експлуатації за кількістю та характером дефектів твєлів становить 1% твєлів з дефектами типу газової нещільності і 0,1% твєлів, для яких має місце прямий контакт теплоносія і ядерного палива;

- максимальна проєктна межа пошкодження твєлів по температурі оболонок твєл не більше 1200°C, по локальній глибині окислення оболонок твєлів не більше 18% від початкової товщини стінки, за частиною цирконію, що прореагував не більше 1% від його маси в оболонках твєл;

- при проєктних аваріях, пов'язаних з швидким збільшенням реактивності, питома порогова енергія руйнування твєлів не повинна бути перевищена і плавлення палива повинно бути виключено;

- активна зона і всі елементи, що впливають на реактивність, повинні бути спроектовані таким чином, щоб будь-які зміни реактивності за рахунок органів керування реактивністю або ефектів реактивності при нормальній експлуатації, порушеннях нормальної експлуатації, а також при проєктних аваріях не викликали неконтрольованого збільшення енерговиділення в активній зоні, яке призведе до пошкодження твєлів, вище встановлених проєктом меж;

- робочі органи АЗ з урахуванням застрявання найбільш ефективного органу, повинні мати ефективність та швидкість, достатні для переведення активної зони в підкритичний стан і підтримання її в підкритичному стані без пошкодження твєлів понад встановлені проєктом межі;

- все обладнання і трубопроводи першого контуру повинні витримувати без руйнувань статичні і динамічні навантаження і температурні впливи, що виникають в

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 118 |

будь-яких його вузлах і компонентах (з урахуванням дії захисних пристроїв і їх можливих відмов), при всіх врахованих проектом вихідних подіях;

- кількість запобіжних пристроїв, їх пропускну здатність, уставка на відкриття (закриття) повинні бути визначені проектною (конструкторською) організацією таким чином, щоб тиск в обладнанні і трубопроводі, яке захищають, при спрацьовуванні арматури запобіжних пристроїв не перевищував робочий на 15% (з урахуванням динаміки перехідних процесів в обладнанні та трубопроводах, динаміки і часу спрацьовування запобіжної арматури);

- системи відводу тепла від ГО, з урахуванням принципу одиначної відмови, повинні запобігати підвищенню тиску і температури в ГО вище значень, встановлених в проекті АЕС;

- системи безпеки повинні запобігати проектним аваріям і обмежувати їх наслідки за будь-якої з врахованих проектом вихідної події з урахуванням однієї, незалежної від вихідної події, відмови будь-якого з наступних елементів систем безпеки: активного елементу або пасивного елементу, що має механічні рухомі частини;

- для проектних аварій, пов'язаних з виходом радіоактивних продуктів поділу та/або іонізуючого випромінювання, значення еквівалентних індивідуальних доз, які розраховані при найгірших погодних умовах на межі санітарно-захисної зони та за її межами не повинні перевищувати встановлених меж;

- від системи протиаварійного захисту потрібно виключення будь-якої можливості детермінованих ефектів у населення, які можуть з'явитися внаслідок аварійних радіоактивних викидів.

Згідно з поданими нижче в таблиці даними, оцінці підлягають такі дозові показники за перші два тижні після аварії:

- ефективна доза опромінення всього тіла (зовнішнє і внутрішнє за рахунок інгаляції);
- еквівалентна доза опромінення щитовидної залози;
- еквівалентна доза опромінення шкіри.

Таблиця. Нижні межі виправданості та рівні безумовної виправданості для невідкладних контрзаходів згідно НРБУ-97

| Контрзахід         | Запобіжна доза за перші 2 тижні після аварії |                     |          |                                |                     |          |
|--------------------|--|---------------------|----------|--------------------------------|---------------------|----------|
|                    | Нижні межі виправданості                     |                     |          | Рівні безумовної виправданості |                     |          |
|                    | мЗв  | мГр                 |          | мЗв                            | мГр                 |          |
|                    | На все тіло                                  | На щитовидну залозу | На шкіру | На все тіло                    | На щитовидну залозу | На шкіру |
| Укриття            | 5  | 50                  | 100      | 50                             | 300                 | 500      |
| Евакуація          | 50   | 300                 | 500      | 500                            | 1000                | 3000     |
| Йодна профілактика |  |                     |          |                                |                     |          |
| • діти             | -  | 50 <sup>1</sup>     | -        | -                              | 200 <sup>1</sup>    | -        |

<sup>1</sup> Ожидаемая доза при внутреннем облучении радиоизотопами йода, поступающими в организм в течение первых двух недель после начала аварии.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 119 |

| Контрзахід                                  | Запобіжна доза за перші 2 тижні після аварії |                     |          |                                |                     |          |
|---|--|---------------------|----------|--------------------------------|---------------------|----------|
|   | Нижні межі виправданості                     |                     |          | Рівні безумовної виправданості |                     |          |
|   | мЗв  | мГр                 |          | мЗв                            | мГр                 |          |
|   | На все тіло                                  | На щитовидну залозу | На шкіру | На все тіло                    | На щитовидну залозу | На шкіру |
| • дорослі                                   | -  | 200 <sup>1</sup>    | -        | -                              | 500 <sup>1</sup>    | -        |
| Обмеження перебування на відкритому повітрі |  |                     |          |                                |                     |          |
| • діти                                      | 1  | 20                  | 50       | 10                             | 100                 | 300      |
| • дорослі                                   | 2  | 100                 | 200      | 20                             | 300                 | 1000     |

- таким чином, рівні доз, що відносяться до двотижневого, з моменту початку аварії, опромінення дітей, чисельно дорівнюють рівням безумовної виправданості для обмеженого перебування дітей на відкритому повітрі для найбільш несприятливих умов поширення викиду в навколишнє середовище, не повинні перевищувати:

- 10 мЗв для опромінення всього тіла;
- 100 мГр для опромінення щитовидної залози;
- 300 мГр для опромінення шкіри.

У відповідності до вимог СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6], ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки» складається з наступних основних частин:

- аналіз змін, які відбулися за звітний період;
- аналіз експлуатаційних режимів;
- аналіз проєктних аварій;
- аналіз запроєктних аварій;
- узагальнюючі висновки.

Метою аналізу важких аварій (АВА) є розгляд аварійних сценаріїв, які супроводжуються множинними відмовами елементів систем безпеки і призводять до важкого пошкодження ядерного палива. В результаті розгляду таких сценаріїв повинні бути розроблені стратегії управління важкими аваріями, що дозволяють досягти цілей, зазначених в «Программе работ по анализу тяжелых аварий и разработке Руководств по управлению тяжелыми авариями» ПМ-Д.0.41.491-09 [35]. Для вибору сценаріїв для АВА використовуються результати розробки ІАБ, АЗПА і СОАІ.

Обсяг робіт з аналізу важких аварій включає виконання аналітичних обґрунтувань і розробку матеріалів, що демонструють досягнення цілей управління важкими аваріями, зазначених в «Программе работ по анализу тяжелых аварий и разработке Руководств по управлению тяжелыми авариями» ПМ-Д.0.41.491-09 [35], а також розробку на цій основі керівництв з управління важкими аваріями (КУВА).

Згідно з ПМ-Д.0.41.491-09 [35] для типу РУ В-320 передбачено виконання АВА і впровадження КУВА в повному обсязі для пілотного енергоблока №1 ЗАЕС з подальшою адаптацією на енергоблок №5. КУВА-1 узгоджені і введені в дію, КУВА-5 адаптовані з енергоблока №1, узгоджені і введені в дію.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 120 |

Слід зазначити, що для енергоблока №1 ЗАЕС на номінальному рівні потужності були розроблені і узгоджені з Держатомрегулювання аналіз вразливості енергоблока [37] і аналітичне обґрунтування КУВА для номінального рівня потужності [38], стану зупину і басейну витримки [39, 40]. Також узгоджені КУВА, які адаптовані на підставі [35] для номінального рівня потужності для непілотних енергоблоків №2-6 ЗАЕС (лист ДІЯРУ № 15-32/4-1/7536 від 24.11.2015), а також для стану зупину і басейну витримки енергоблоків №3-5 ЗАЕС (лист ДІЯРУ №15-32/4-1/8273 від 12.12.2016).

## **2.5.2 Результати оцінки**

### **2.5.2.1 Аналіз змін за звітний період**

Аналіз змін проводиться за допомогою застосування методу інженерної оцінки на підставі змін, що відбулися за звітний період, і виконаних раніше АПА [195,196,197] та АЗПА [41].

У цьому розділі представлений перелік змін на енергоблоці №5 ЗАЕС за 10 років з 2008р. до фіксованої дати 31.12.2017р. згідно з листом Держатомрегулювання вих. №15-16/5-7492 від 27.11.2017р.

В [33, Табл.2.1] представлений стислий аналіз впливу заходів КзПБ [15] на результати аналізу розрахункових сценаріїв, розроблених раніше в рамках АПА і АЗПА. Аналіз впливу технічних рішень, реалізованих на енергоблоці №5 ЗАЕС за звітний період, а також аналіз впливу заходів, реалізованих на енергоблоці №5 ЗАЕС відповідно до КПБ КМУ, які представлені в [33, Табл.2.2, Табл.2.3].

Як показав аналіз модернізацій, який виконаний на енергоблоці №5 ЗАЕС, заходи сприяють підвищенню рівня безпеки енергоблока як за рахунок модернізації технологічних систем енергоблока, так і за рахунок аварійної готовності персоналу в частині ідентифікації аварій і подальшої реалізації відповідних протиаварійних стратегій. В [33, Табл.2.1, Табл.2.2, Табл.2.3] представлений перелік змін, які відбулися на енергоблоці за звітний період за результатами впровадження заходів КПБ КМУ, КзПБ та технічних рішень. При аналізі зазначеного переліку було виявлено ряд змін, які мають значний вплив на результати фактору безпеки №5, а саме:

- заміна неущільнених стелажів для зберігання відпрацьованого ядерного палива в басейнах витримки на ущільнені стелажі;
- підвищення надійності виконання функції тепловідведення від 1-го контуру (в тому числі реалізація функції «скидання-підживлення»);
- підвищення надійності захисту 1-го контуру від високого тиску в холодному стані;
- аналіз можливості і обґрунтування режиму з роботою САОЗ ВТ/САОЗ НТ від суміжного напрямку через лінію планового розхолодження без ТОАР;
- забезпечення підживлення ПГ в умовах тривалого повного знеструмлення АЕС;
- заміна ЗК ПГ з кваліфікацією на пар, пароводяну суміш і воду, з функцією аварійного скидання тиску з ПГ;
- впровадження додаткових захистів АЗ, ПЗ при заміні обладнання в першому і другому комплектах АЗ на ПТК АЗ-ПЗ для реалізації заходів КПБ КМУ п.2.2;
- введення в експлуатацію захистів ПЗ-2 («Запас до кризи кипіння на поверхні твел менше допустимого» і «Локальне енерговиділення вище допустимого») першого і другого комплектів ПТК АЗ ПЗ;



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 121 |

- впровадження вдосконалених алгоритмів (У-алгоритми) управління полем енерговиділення активної зони реактора на обладнанні ПТК СГІУ-М;
- модернізація САОЗ ВТ для забезпечення можливості управління тиском на напорі при роботі насоса системи на 1-й контур;
- модернізація САОЗ НТ для забезпечення можливості управління витратою при роботі насоса системи на 1-й контур;
- введення розрахункової поправки значення перепаду тиску на реакторі;
- забезпечення можливості введення в роботу системи продувки-підживлення у разі локалізації ГО і забезпечення автоматичного введення в роботу системи борного концентрату (ТВ10) у разі течі 1-го контуру;
- впровадження ядерного палива виробництва компанії "Вестінгауз";
- заміна теплоізоляції обладнання в ГО;
- модернізація уставок і алгоритмів УСБ для підвищення надійності виконання ФБ.

Слід так само зазначити, що на енергоблоці №5 ЗАЕС заплановані до впровадження заходи, які можуть вплинути на результати аналізу ФБ-5, які наведені в розділі 4 [33].

#### **2.5.2.2 Експлуатаційні режими**

Відповідно до вимог НП 306.2.141-2008 [3] в якості умов безпечної експлуатації прийняті встановлені в проєктній та експлуатаційній документації умови щодо кількості, характеристик, стану працездатності, правил технічного обслуговування і ремонту систем (елементів), важливих для безпеки, при яких забезпечується дотримання меж безпечної експлуатації енергоблока АС.

Умови безпечної експлуатації, встановлені для систем і устаткування, повинні контролюватися і дотримуватися в усіх станах і режимах роботи РУ, в яких Технологічним регламентом безпечної експлуатації [68] встановлено відповідні вимоги.

Аналіз експлуатаційних режимів базується на результатах аналізів, виконаних раніше в ТОБ і ЗАБ, які при необхідності доопрацьовуються з урахуванням змін за звітний період в рамках аналізу фактора безпеки №5 «Детерміністичний аналіз безпеки».

#### **2.5.2.3 Аналіз проєктних аварій**

Аналіз проєктних аварій є комплексним завданням, що включає інженерні аналізи і розрахунки з використанням комп'ютерних програм для оцінки наслідків порушень нормальної експлуатації та проєктних аварій на детерміністичній основі.

При проведенні аналізів використаний консервативний підхід, який забезпечує найбільш песимістичний перебіг кожної аналізованої вихідної події з урахуванням використання принципу «одиночної відмови», накладання знеструмлення систем нормального електропостачання енергоблока та ін., які здатні чинити несприятливий вплив на перебіг процесу з точки зору розглянутих критеріїв прийнятності. Винятком із зазначеного підходу є група ВП з відмовою аварійного захисту реактора, при аналізі якої не використовується принцип одиночної відмови.

##### **2.5.2.3.1 Результати АПА, які виконані в рамках розробки розділу ЗППБ**

При АПА виконано попередні якісні та кількісні аналізи з метою визначення найгірших початкових і граничних умов для кожної вихідної події по відношенню до кожного з критеріїв прийнятності. На цьому етапі визначено вплив знеструмлення

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 122 |

енергоблока і одиничної відмови на виконання критеріїв прийнятності. Сформовано розрахункові сценарії, консервативні по відношенню до одного або декількох критеріїв прийнятності. На підставі розрахункового аналізу сформованих сценаріїв визначені найбільш представницькі сценарії та оцінено виконання критеріїв прийнятності для кожної ВП.

У ФБ-5 [33] були враховані реконструкції і модернізації систем енергоблока №5, реалізовані станом на 31.12.2017 згідно з листом Держатомрегулювання вих. №15-16/5-7492 від 27.11.2017.

### 2.5.2.3.2 Групування і категоризація вихідних подій

Узагальнений перелік вихідних подій ПНЕ та ПА, розроблений на основі попереднього переліку ВП, представлений в керівному документі РД-95 [45], а також з урахуванням рекомендацій МАГАТЕ ІАЕА-ЕВР-ВВЕР-01 [46], ІSВN 92-0-115602-2 [47], ІАЕА-ЕВР-ВВЕР-09 [48] і матеріалів 320.00.00.00.000Д61 [50] в частині опису розрахункових аналізів. Вихідні події були об'єднані в групи відповідно до наслідків для ЯПВУ, до яких вони призводять, а саме:

- ВП при роботі енергоблока на потужності:
  - збільшення тепловідводу через другий контур;
  - зменшення тепловідводу через другий контур;
  - зменшення витрати теплоносія першого контуру;
  - зміна реактивності і розподілу енерговиділення;
  - збільшення маси теплоносія першого контуру;
  - зменшення маси теплоносія першого контуру;
  - порушення нормальної експлуатації з відмовою аварійного захисту реактора;
- ВП на зниженому рівні потужності та зупиненому реакторі:
  - зменшення запасу підкритичності активної зони реактора;
  - зменшення маси теплоносія першого контуру;
  - зменшення тепловідведення від активної зони реактора внаслідок погіршення циркуляції теплоносія першого контуру;
  - зменшення тепловідведення від активної зони реактора внаслідок відмов в обладнанні;
  - зменшення тепловідведення від активної зони реактора внаслідок відмов в забезпечуючих системах;
  - збільшення тиску («переопресовка») першого контуру;
- ВП при поводженні зі свіжим і відпрацьованим ядерним паливом;
- ВП при поводженні з радіоактивними відходами.

Нижче представлений узагальнений перелік вихідних подій ПНЕ та ПА:

- при роботі енергоблока на потужності (Табл. 2.1);
- на зниженому рівні потужності та зупиненому реакторі (Табл. 2.2);
- при поводженні зі свіжим і відпрацьованим ядерним паливом (Табл. 2.3);
- при поводженні з радіоактивними відходами (Табл. 2.4).

В таблицях символом «×» відзначено наявність згадки даної ВП у відповідних довідкових документах, згідно з якими вихідну подію включено в перелік, який розглядається для енергоблока №5 ЗАЕС.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 123 |

Табл. 2.1 Узагальнений перелік вихідних подій при роботі енергоблока на потужності

| Вихідна подія   | Вимоги керуючого документу[45] | Рекомендації МАГАТЕ [46, 47] | Дані ТОБ РУ [50] |
|---|--------------------------------|------------------------------|------------------|
| <b>1. Збільшення тепловідводу через другий контур</b>   |                                |                              |                  |
| 1.1 Порушення в системі живильної води, результатом яких є зниження температури живильної води  | ×                              | ×                            | ×                |
| 1.2 Порушення в роботі системи регулювання витрати, результатом яких є збільшення витрати живильної води в ПГ                           | ×                              | ×                            | -                |
| 1.3 Порушення в роботі системи регулювання тиску другого контуру, результатом яких є збільшення витрати пари на турбіну                 | ×                              | ×                            | -                |
| 1.4 Випадкове відкриття ЗК ПГ, ШРУ-А або ШРУ-К  | ×                              | ×                            | ×                |
| 1.5 Спектр постульованих розривів паропроводів в межах і за межами захисної оболонки  | ×                              | ×                            | ×                |
| <b>2. Зменшення тепловідводу через другий контур</b>  |                                |                              |                  |
| 2.1 Порушення в роботі системи регулювання тиску другого контуру, результатом яких є зменшення витрати пари на турбіну                  | ×                              | ×                            | -                |
| 2.2 Втрата зовнішнього електричного навантаження турбогенератора  | ×                              | ×                            | ×                |
| 2.3 Випадкове закриття стопорних клапанів турбіни   | ×                              | ×                            | ×                |
| 2.4 Відключення турбогенератора від системи у зв'язку з втратою вакууму в конденсаторі  | -                              | ×                            | -                |
| 2.5 Випадкове закриття ШЗВК   | ×                              | ×                            | ×                |
| 2.6 Порушення в роботі системи електропостачання власних потреб, результатом яких є втрата електропостачання споживачів змінного струму | ×                              | ×                            | -                |
| 2.7 Втрата витрати живильної води   | ×                              | ×                            | ×                |
| 2.8 Розрив трубопроводу живильної води  | ×                              | ×                            | ×                |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 124 |

| Вихідна подія   | Вимоги керуючого документу[45] | Рекомендації МАГАТЕ [46, 47] | Дані ТОБ РУ [50] |
|---|--------------------------------|------------------------------|------------------|
| <b>3. Зменшення витрат теплоносія першого контуру</b>   |                                |                              |                  |
| 3.1 Зупин одного або декількох ГЦН  | ×                              | ×                            | ×                |
| 3.2 Заклинювання одного ГЦН   | ×                              | ×                            | ×                |
| 3.3 Обрив вала ГЦН  | -                              | ×                            |                  |
| <b>4. Зміна реактивності і розподілу енерговиділення</b>  |                                |                              |                  |
| 4.1 Некерований витяг робочої групи ОР СУЗ  | ×                              | ×                            | ×                |
| 4.2 Некерований рух вгору, нерегламентні положення або падіння регулюючого стержня робочої групи органів СУЗ                              | ×                              | ×                            | -                |
| 4.3 Порушення в роботі системи борного регулювання, результатом яких є зменшення концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру | ×                              | ×                            | -                |
| 4.4 Помилка при завантаженні активної зони, пов'язана з неправильним розташуванням паливної касети  | ×                              | ×                            | ×                |
| 4.5 Викид органу регулювання СУЗ  | ×                              | ×                            | -                |
| 4.6 Помилка при підключенні раніше непрацюючої петлі  | ×                              | ×                            | ×                |
| <b>5. Збільшення маси теплоносія першого контуру</b>  |                                |                              |                  |
| 5.1 Порушення в роботі системи продувки-підживлення першого контуру, результатом яких є збільшення маси теплоносія                        | ×                              | ×                            | -                |
| <b>6. Зменшення маси теплоносія першого контуру</b>   |                                |                              |                  |
| 6.1 Випадкове відкриття ІЗП КТ  | ×                              | ×                            | ×                |
| 6.2 Спектр постульованих розривів трубопроводів першого контуру в межах захисної оболонки   | ×                              | ×                            | ×                |
| 6.3 Течі з першого в другий контур, пов'язані з розривом теплообмінної трубки і відривом кришки колектора ПГ                              | ×                              | ×                            | ×                |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 125 |

| Вихідна подія  | Вимоги керуючого документу[45] | Рекомендації МАГАТЕ [46, 47] | Дані ТОБРУ [50] |
|--|--------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 6.4 Теча з першого контуру за межі захисної оболонки, пов'язана з розривом імпульсної трубки чи іншого трубопроводу, що виходить за межі захисної оболонки | ×                              | ×                            | ×               |
| 6.5 Випадкове відкриття зворотнього клапану або відсічних арматур на трубопроводі, що з'єднує перший контур з системами низького тиску                     | -                              | ×                            | ×               |
| 6.6 Розрив трубопроводу скидання пари з КТ (між КТ і ІЗП КТ)   | -                              | ×                            | -               |
| <b>7. Порушення нормальної експлуатації з відмовою аварійного захисту реактора</b>   |                                |                              |                 |
| 7.1 Втрата витрати живильної води  | ×                              | ×                            | -               |
| 7.2 Втрата зовнішнього електричного навантаження турбогенератора   | ×                              | ×                            | -               |
| 7.3 Втрата електропостачання споживачів змінного струму  | ×                              | ×                            | -               |
| 7.4 Випадкове закриття ШЗВК  | ×                              | ×                            | -               |
| 7.5 Втрата вакууму в конденсаторах турбіни   | ×                              | ×                            | -               |
| 7.6 Зупинення турбіни  | -                              | ×                            | -               |
| 7.7 Випадкове відкриття ЗК ПГ, ШРУ-А або ШРУ-К   | -                              | ×                            | -               |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 126 |

Табл. 2.2 Узагальнений перелік вихідних подій на зниженому рівні потужності та зупиненому реакторі

| Вихідна подія  | Посилання |      |
|--|-----------|------|
|  | [45]      | [48] |
| <b>1. Зменшення запасу підкритичності активної зони реактора</b>   |           |      |
| 1.1 Зменшення концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру внаслідок порушень в роботі технологічних систем або відмови обладнання | ×         | ×    |
| 1.2 Некерований рух вгору робочої групи органів СУЗ в умовах підкритичного стану   | ×         | -    |
| 1.3 Випадкове включення в роботу зупиненого ГЦН  | -         | ×    |
| <b>2. Зменшення маси теплоносія першого контуру</b>  |           |      |
| 2.1 Розрив трубопроводу планового або ремонтного розхолодження   | -         | ×    |
| 2.2 Теча з першого контуру за межі захисної оболонки   | ×         | ×    |
| <b>3. Збільшення тиску («переопресування») першого контуру</b>   |           |      |
| 3.1 Випадкове включення насосів САОЗ ВТ  | -         | ×    |
| 3.2 Випадкове закриття арматури в системі продувки першого контуру   | -         | ×    |
| 3.3 Випадковий вприск з ГЄ САОЗ  | -         | ×    |
| 3.4 Випадкове включення груп електронагрівачів КТ  | -         | ×    |
| <b>4. Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок погіршення циркуляції теплоносія першого контуру</b>                         |           |      |
| 4.1 Порушення циркуляції теплоносія внаслідок надлишкового дренажу першого контуру   | -         | ×    |
| <b>5. Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмов в забезпечувальних системах</b>                                       |           |      |
| 5.1 Втрата електропостачання споживачів змінного струму  | ×         | ×    |
| 5.2 Втрата охолоджуючої води в ПГ  | -         | ×    |
| <b>6. Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмов в обладнанні</b>  |           |      |
| 6.1 Відключення насоса САОЗ НТ, що працює в режимі планового або ремонтного розхолодження  | -         | ×    |
| 6.2 Втрата витрати техводи через теплообмінник САОЗ, що працює в режимі планового або ремонтного розхолодження                                 | -         | ×    |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 127 |

Табл. 2.3 Узагальнений перелік вихідних подій при поводженні зі свіжим і відпрацьованим паливом

| Вихідна подія  | Посилання |      |
|--|-----------|------|
|  | [45]      | [50] |
| 1. ВП, пов'язані з охолодженням басейну витримки   |           |      |
| 1.1. Розрив трубопроводу системи охолодження БВ  | -         | ×    |
| 1.2. Погіршення тепловідведення від БВ відпрацьованого палива внаслідок відключення насосів в системі охолодження БВ | -         | ×    |
| 1.3. Випадкове дренавання БВ внаслідок відмови системи контролю рівня води   | -         | ×    |
| 1.4. Теча облицювання БВ   | -         | ×    |
| 2. ВП, пов'язані з пошкодженням палива під час перевантажувальних операцій   |           |      |
| 2.1. Падіння ВТВЗ в реактор на активну зону і на головки касет в БВ  | ×         | ×    |
| 2.2. Падіння чохла зі свіжими касетами в БВ відпрацьованого палива і випадання касет з чохла                         | ×         | ×    |
| 2.3. Пошкодження паливної збірки перевантажувальною машиною  | -         | ×    |
| 2.4. Падіння контейнера (ТК-13) з відпрацьованим паливом   | ×         | ×    |
| 3. ВП, пов'язані з падінням важких предметів в БВ  |           |      |
| 3.1. Падіння гідрозасува в БВ  | ×         | ×    |
| 3.2. Падіння плит перекриттів в БВ   | ×         | ×    |
| 3.3. Падіння пенала в БВ   | -         | ×    |

Табл. 2.4 Узагальнений перелік вихідних подій при поводженні з радіоактивними відходами

| Вихідна подія  | Посилання [45] |
|--|----------------|
| 1 Розрив трубопроводу подачі технологічних сдувок на очистку в системі технологічних сдувок реакторного відділення | ×              |
| 2 Розрив трубопроводу в системі азоту і газових сдувок   | ×              |
| 3 Порушення цілісності ємності кубового залишку підвузлів зберігання рідких радіоактивних відходів                 | ×              |
| 4 Розрив трубопроводу подачі кубового залишку від випарних установок СВО-3 і СВО-7                                 | ×              |

Вихідна подія «Порушення в роботі системи регулювання тиску другого контуру, результатом яких є зменшення витрати пари на турбіну» виключено з подальшого розгляду, тому що при найбільш несприятливому розвитку процесу зазначена ВП призведе до закриття СК ТГ і буде аналогічна ВП «Втрата зовнішньої електричного навантаження ТГ».

З урахуванням проєктних основ ВВЕР-1000/320 з розгляду були виключені ВП, які не застосовні для аналізу проєктних аварій енергоблока №5 ЗАЕС. Зокрема, ВП, яка пов'язана з помилковим спрацьовуванням САОЗ [33, п.5.1], не може призводити до

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 128 |

порушення критерію прийнятності по тиску першого контуру при роботі енергоблока на потужності, що обумовлено технічними характеристиками системи:

- насоси САОЗ ВТ марки ЦН 150-110 можуть подавати воду в перший контур тільки при тиску нижче  $110 \text{ кгс/см}^2$  [198] (з урахуванням різниці між висотними відмітками баків, насосів і ГЦТ);
- для подачі води в перший контур насосами вприску бору високого тиску потрібні дії оператора (закриття запірної арматури TQ14(24,34)S03,04 на лініях рециркуляції [198]);
- подача води насосами САОЗ НТ можлива при тиску в першому контурі менше  $21 \text{ кгс/см}^2$  (1.89 МПа) [199] (з урахуванням різниці між висотними відмітками баків, насосів і ГЦТ).

Випадкове відкриття одного зворотного клапана або відсічних арматур на лінії, що з'єднує перший контур з системами низького тиску [33, п.6.5], також виключається з розгляду оскільки на всіх трубопроводах, які перетинають ГО (зокрема САОЗ ВТ та НТ), встановлюються групи зворотних клапанів та нормально закритих засувок. Відповідно, дана ВП, що розглядається як відмова одного елемента, не призведе до зниження кількості теплоносія першого контуру.

Вибір вихідних подій, що супроводжуються відмовою аварійного захисту реактора, ґрунтується на методології, викладеній в [200].

Кожна вихідна подія, в залежності від очікуваної частоти її виникнення, віднесена до однієї з двох категорій: порушення нормальної експлуатації або проєктна аварія. Нижче наведені частотні критерії для категоризації ВП:

- вихідна подія, яка може статися, принаймні, один раз за період експлуатації енергоблока АЕС (частота виникнення ВП більше ніж  $1,0 \cdot 10^{-2}$  1/рік) відноситься до ПНЕ, згідно з НП 306.2.162-2010 [42] з урахуванням можливого продовження терміну експлуатації енергоблока;
- вихідна подія з частотою виникнення менше ніж  $10^{-2}$  1/рік відноситься до ПА (до цієї категорії не належать вихідні події, очікувана частота виникнення яких менше частоти  $10^{-4}$  1/рік, тобто обмежується оціненим значенням ЧПАЗ).

Вихідні події з частотою виникнення  $1,0 \cdot 10^{-4}$  –  $1,0 \cdot 10^{-6}$  1/рік відносяться до запроєктних аварій, згідно з РД-95 [45]. При розмежуванні переліків проєктних і запроєктних аварій були враховані особливості їх протікання з урахуванням відмінностей у підходах до аналізу проєктних і запроєктних аварій, а також розбіжності в частотах реалізації ВП.

Значення частот, представлених в таблицях 2.5 – 2.7, наведені у відповідності до результатів ІАБ для енергоблока №5 ЗАЕС, а також згідно з даними МАГАТЕ RER/9/005-5/93 [51], ІАЕА-TECDOC-749 [52].

Вихідні події, для яких в існуючих джерелах інформації не визначені частоти виникнення, були віднесені до відповідних категорій на підставі даних, представлених в матеріалах МАГАТЕ ІАЕА-ЕВР-WWER-01 [46] та НП 306.2.141-2008 [3].



|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 129 |

Табл. 2.5 Перелік відібраних для аналізу вихідних подій при роботі енергоблоку на потужності

| Вихідна подія  | Очікувана частота виникнення, 1/рік |                       | Категорія | Тип аналізу   |
|--|-------------------------------------|-----------------------|-----------|---------------|
|  | МАГАТЕ [51, 52, 46]                 | ЗАЕС-5 [53]           |           |               |
| <b>1. Збільшення тепловідводу через другий контур</b>  |                                     |                       |           |               |
| 1.1 Розрив паропроводу   | $1.11 \times 10^{-2}$               | $7.77 \times 10^{-5}$ | ПА        | Розрахунковий |
| 1.2 Розрив ГПК   | $1.0 \times 10^{-3}$                | —                     | ПА        | Розрахунковий |
| 1.3 Випадкове відкриття ШРУ-К  | $4.0 \times 10^{-2}$                | —                     | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 1.4 Випадкове відкриття ШРУ-А (ЗК ПГ)  | $4.0 \times 10^{-2}$                | $9.99 \times 10^{-3}$ | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 1.5 Порушення в системі живильної води, результатом яких є зниження температури живильної води                                   | $7.6 \times 10^{-1}$                | —                     | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 1.6 Порушення в роботі системи регулювання витрати живильної води, результатом яких є збільшення витрати живильної води в ПГ     | $2.8 \times 10^{-1}$                | —                     | ПНЕ       | Якісний       |
| 1.7 Порушення в роботі системи регулювання тиску другого контуру, результатом яких є збільшення витрати пари на турбіну          | $8.4 \times 10^{-1}$                | $3,44 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Якісний       |
| <b>2. Зменшення тепловідводу через другий контур</b>   |                                     |                       |           |               |
| 2.1 Розрив трубопроводу живильної води всередині ГО  | $1.0 \times 10^{-4}$                | $9.84 \times 10^{-4}$ | ПА        | Розрахунковий |
| 2.2 Розрив колектора живильної води  | $5.0 \times 10^{-3}$                | —                     | ПА        | Розрахунковий |
| 2.3 Порушення в системі електропостачання власних потреб, результатом яких є втрата електропостачання споживачів змінного струму | $1.0 \times 10^{-2}$                | $3.55 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 2.4. Відключення турбогенератора від системи внаслідок втрати вакууму в конденсаторі   | $4.0 \times 10^{-2}$                | $1.80 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 2.5 Випадкове закриття ШЗВК  | $8 \times 10^{-2}$                  | $1.40 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 2.6 Втрата витрати основної живильної води (відключення ТЖН)   | $2.4 \times 10^{-1}$                | $3.86 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 2.7 Втрата зовнішнього електричного навантаження турбогенератора   | $1.2 \times 10^{-1}$                | $1.71 \times 10^{-1}$ | ПНЕ       | Якісний       |
| 2.8 Порушення в системі живильної води, результатом яких є зменшення витрати живильної води                                      | $6.4 \times 10^{-1}$                | $5.48 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Якісний       |
| 2.9 Випадкове закриття стопорних клапанів турбіни  | $1.2 \times 10^{-1}$                | $3.23 \times 10^{-1}$ | ПНЕ       | Якісний       |
| 2.10 Відмови в системі регулювання тиску другого контуру, результатом яких є зменшення витрати пари                              | —                                   | —                     | ПНЕ       | Якісний       |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 130 |

| Вихідна подія   | Очікувана частота виникнення, 1/рік |                       | Категорія | Тип аналізу         |
|---|-------------------------------------|-----------------------|-----------|---------------------|
|   | МАГАТЕ [51, 52, 46]                 | ЗАЕС-5 [53]           |           |                     |
| <b>3. Зменшення витрат теплоносія через реактор</b>   |                                     |                       |           |                     |
| 3.1 Відключення одного ГЦН  | —                                   | $1,57 \times 10^{-1}$ | ПНЕ       | Розрахунковий       |
| 3.2 Відключення двох ГЦН  | $2.6 \times 10^{-1}$                | $6.29 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Розрахунковий       |
| 3.3 Відключення чотирьох ГЦН  | —                                   | $1.42 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Розрахунковий       |
| 3.4 Обрив валу ГЦН  | $2.5 \times 10^{-3}$                | —                     | ПА        | Якісний [197]       |
| 3.5 Заклинювання одного ГЦН   | $8.8 \times 10^{-3}$                | $4.06 \times 10^{-3}$ | ПА        | Розрахунковий       |
| <b>4. Зміна реактивності і розподілу енерговиділень</b>   |                                     |                       |           |                     |
| 4.1 Викид органу регулювання СУЗ  | $2.0 \times 10^{-2}$                | —                     | ПА [197]  | Розрахунковий       |
| 4.2 Підключення петлі, що раніше не працювала   | —                                   | —                     | ПА [197]  | Розрахунковий       |
| 4.3 Некерований витяг робочої групи ОР СУЗ  | $1.0 \times 10^{-2}$                | $1.98 \times 10^{-2}$ | ПНЕ       | Розрахунковий       |
| 4.4 Некерований рух вгору регулюючого стержня робочої групи ОР СУЗ (з урахуванням і без урахування спрацьовування АРП)                    | —                                   | —                     | ПА [197]  | Розрахунковий       |
| 4.5. Нерегламентне положення регулюючого стержня робочої групи ОР СУЗ   | —                                   | —                     | ПНЕ [197] | Якісний             |
| 4.6. Падіння регулюючого стержня робочої групи ОР СУЗ (з урахуванням і без урахування спрацьовування АРП)                                 | —                                   | —                     | ПНЕ [197] | Розрахунковий       |
| 4.7 Порушення в роботі системи борного регулювання, результатом яких є зменшення концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру | —                                   | —                     | ПНЕ       | Розрахунковий       |
| 4.8 Помилка при завантаженні активної зони, яка пов'язана з неправильним розташуванням паливної касети                                    | —                                   | —                     | ПА        | Розрахунковий [197] |
| <b>5. Збільшення маси теплоносія першого контуру</b>  |                                     |                       |           |                     |
| 5.1 Порушення в системі продувки-підживлення, результатом яких є збільшення маси теплоносія першого контуру                               | —                                   | —                     | ПНЕ       | Розрахунковий       |
| <b>6. Зменшення маси теплоносія першого контуру</b>   |                                     |                       |           |                     |
| <i>Великі течі теплоносія першого контуру (еквівалентний діаметр течі більше ніж 90 мм)</i>   |                                     |                       |           |                     |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 131 |

| Вихідна подія  | Очікувана частота виникнення, 1/рік |                        | Категорія | Тип аналізу   |
|--|-------------------------------------|------------------------|-----------|---------------|
|  | МАГАТЕ [51, 52, 46]                 | ЗАЕС-5 [53]            |           |               |
| 6.1 Двосторонній розрив ГЦТ (еквівалентний діаметр течі 2×850 мм)  | 7.8×10 <sup>-5</sup>                | 7,17 ×10 <sup>-5</sup> | ПА        | Розрахунковий |
| 6.2 Розрив сполучного трубопроводу КТ (еквівалентний діаметр течі 350 мм з боку ГЦТ, 346 мм з боку КТ)   |                                     |                        |           | Розрахунковий |
| 6.3 Розрив сполучного трубопроводу ГЄ САОЗ (еквівалентний діаметр течі 279 мм)                           |                                     |                        |           | Розрахунковий |
| 6.4 Розрив трубопроводу вприскування КТ (еквівалентний діаметр течі 200 мм з боку ГЦТ, 181 мм з боку КТ) |                                     |                        |           | Розрахунковий |
| 6.5 Розрив сполучного трубопроводу ІЗП КТ (еквівалентний діаметр течі 209 мм)                            |                                     |                        |           | Якісний [197] |
| 6.6 Розрив напірного трубопроводу САОЗ ВТ (еквівалентний діаметр течі 125 мм)                            |                                     |                        |           | Розрахунковий |
| 6.7 Розрив трубопроводу системи продувки-підживлення (еквівалентний діаметр течі 100 мм)                 |                                     |                        |           | Розрахунковий |
| <i>Середні течі теплоносія першого контуру (еквівалентний діаметр течі 50 ... 90 мм)</i>                 |                                     |                        |           |               |
| 6.8. Випадкове відкриття ІЗП КТ  | —                                   | 3.50 ×10 <sup>-4</sup> | ПА        | Розрахунковий |
| <i>Малі течі т/н першого контуру (еквів. діаметр течі 11 ... 50 мм)</i>                                  |                                     |                        |           |               |
| 6.9 Малі компенсовані течі 1-го контуру (Ду<11 мм) (розрив імпульсної трубки)                            | 1.6×10 <sup>-1</sup>                | 4.17 ×10 <sup>-2</sup> | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 6.10. Малі течі першого контуру, компенсовані САОЗ ВТ (розрив дренажного трубопроводу)                   | —                                   | 2.44 ×10 <sup>-3</sup> | ПА        | Розрахунковий |
| <i>Теча теплоносія першого контуру за межі захисної оболонки</i>   |                                     |                        |           |               |
| 6.11 Розрив імпульсної трубки (еквів. діаметр течі 10 мм)  | —                                   | —                      | ПА        | Якісний       |
| 6.12 Розрив трубопроводу виведення системи продувки-підживлення (еквівалентний діаметр течі 100 мм)      | —                                   | —                      | ПА        | Якісний       |
| <i>Теча з першого контуру в другий</i>   |                                     |                        |           |               |
| 6.13 Відрив кришки колектора ПГ (еквів. діаметр течі 100мм)  | 2.0×10 <sup>-3</sup>                | 3.89 ×10 <sup>-3</sup> | ПА        | Розрахунковий |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 132 |

| Вихідна подія   | Очікувана частота виникнення, 1/рік |                             | Категорія | Тип аналізу   |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|
|   | МАГАТЕ [51, 52, 46]                 | ЗАЕС-5 [53]                 |           |               |
| 6.14 Розрив теплообмінної трубки ПГ (еквівалентний діаметр течії 2x13мм)  | $5.0 \times 10^{-3}$                | $3.39 \times 10^{-2}$       | ПА        | Розрахунковий |
| <b>7. Порушення нормальної експлуатації з відмовою аварійного захисту реактора (частота відмови АЗ реактора <math>2.76 \times 10^{-4}</math> р/рік)</b> |                                     |                             |           |               |
| 7.1 Втрата вакууму в конденсаторах турбіни  | $4.0 \times 10^{-2}$                | $4.98 \times 10^{-6}$       | ПА [197]  | Розрахунковий |
| 7.2 Втрата витрати живильної води (відключення ТЖН)   | $2.4 \times 10^{-1}$                | $1.33 \times 10^{-6}$       | ПА [197]  | Розрахунковий |
| 7.3 Випадкове закриття ШЗВК   | $8 \times 10^{-2}$                  | $3.86 \times 10^{-6}$       | ПА [197]  | Якісний       |
| 7.4 Зупинка турбіни'  | $1.2 \times 10^{-1}$                | $1.96 \times 10^{-4}$ [295] | ПА [197]  | Якісний       |
| 7.5 Втрата зовнішнього електричного навантаження турбогенератора  | $1.2 \times 10^{-1}$                | $4.72 \times 10^{-5}$       | ПА [197]  | Якісний       |

Табл. 2.6 Перелік відібраних для аналізу вихідних подій при розхолодженні реакторної установки і у стані зупину

| Вихідна подія  | Очікувана частота виникнення, 1/рік [39]<br>(Відповідає обраному для аналізу ЕС) | Категорія | Тип аналізу         |
|--|--|-----------|---------------------|
| <b>1. Зменшення запасу підкритичності активної зони реактора</b>   |  |           |                     |
| 1.1 Зменшення концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру внаслідок порушень в роботі технологічних систем або відмови обладнання | $7,96 \times 10^{-5}$  | ПА        | Розрахунковий [197] |
| 1.2 Некерований рух вгору робочої групи органів СУЗ в умовах підкритичного стану   | $1.94 \times 10^{-4}$  | ПА        | Розрахунковий [43]  |
| 1.3 Випадкове включення в роботу зупиненого ГЦН  | $3.00 \times 10^{-4}$  | ПНЕ       | Якісний             |
| <b>2. Зменшення маси теплоносія першого контуру</b>  |  |           |                     |
| 2.1 Розрив трубопроводу планового або ремонтного розхолодження   | $4,00 \times 10^{-6}$  | ПА        | Розрахунковий       |
| 2.2 Теча першого контуру за межі ГО в системі продувки-підживлення   | $4,00 \times 10^{-6}$  | ПА        | Розрахунковий       |
| 2.3 Теча першого контуру за межі ГО при розриві імпульсної трубки  |  | ПА        | Якісний             |
| <b>3. Збільшення тиску («переопресовування») першого контуру</b>   |  |           |                     |
| 3.1 Випадкове включення насосів САОЗ ВТ  | $5 \times 10^{-6}$   | ПА        | Якісний             |
| 3.2 Випадкове закриття арматури на трубопроводі продувки в системі продувки-підживлення першого контуру  | Менш $1 \times 10^{-2}$  | ПА        | Розрахунковий [43]  |
| 3.3 Випадкове вприскування з ГЄ САОЗ   | Менш $1 \times 10^{-2}$  | ПА        | Якісний             |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 133 |

| Вихідна подія  | Очікувана частота виникнення, 1/рік [39]<br>(Відповідає обраному для аналізу ЕС) | Категорія | Тип аналізу        |
|--|--|-----------|--------------------|
| 3.4 Випадкове включення груп електронагрівачів КТ  | Менш $1 \times 10^{-2}$  | ПА        | Розрахунковий [43] |
| <b>4. Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок погіршення циркуляції теплоносія першого контуру</b> |  |           |                    |
| 4.1 Порушення циркуляції теплоносія внаслідок надлишкового дренажу першого контуру                                     | $9,6 \times 10^{-6}$   | ПА        | Розрахунковий [43] |
| <b>5. Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмов в забезпечуючих системах</b>                  |  |           |                    |
| 5.1 Втрата електропостачання споживачів змінного струму  | $7,55 \times 10^{-3}$  | ПА        | Якісний            |
| 5.2 Втрата охолоджуючої води в ПГ  | $1,65 \times 10^{-4}$  | ПА        | Якісний            |
| <b>6. Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмов в обладнанні</b>                              |  |           |                    |
| 6.1 Відключення САОЗ НТ, що працює в режимі планового або ремонтного розхолодження                                     | $4,098 \times 10^{-3}$   | ПНЕ       | Розрахунковий      |
| 6.2 Втрата витрати техводи через теплообмінник САОЗ, що працює в режимі планового або ремонтного розхолодження         | $5,89 \times 10^{-5}$  | ПА        | Якісний            |

Табл. 2.7 Перелік відібраних для аналізу вихідних подій при поводженні зі свіжим і відпрацьованим паливом та радіоактивними відходами

| Вихідна подія   | Очікувана частота виникнення, 1/рік [39]<br>(Відповідає обраному для аналізу ЕС) | Категорія | Тип аналізу   |
|---|--|-----------|---------------|
| <b>1. ВП, що пов'язані з охолодженням басейну витримки</b>  |  |           |               |
| 1.1 Розрив трубопроводу системи охолодження БВ відпрацьованого палива   | $6,15 \times 10^{-3}$  | ПА        | Розрахунковий |
| 1.2 Погіршення тепловідведення від БВ відпрацьованого палива внаслідок відключення насосів в системі охолодження БВ |  | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 1.3 Випадкове дренажування БВ   | Менш $1 \times 10^{-2}$  | ПА        | Якісний       |
| 1.4 Теча з БВ відпрацьованого палива  | $4,10 \times 10^{-3}$  | ПА        | Якісний       |
| <b>2. ВП, що пов'язані з пошкодженням палива під час перевантажувальних операцій</b>                                |  |           |               |
| 2.1. Падіння касети відпрацьованого палива в реактор на активну зону і на головки касет в БВ відпрацьованого палива | $6,15 \times 10^{-3}$  | ПА        | Розрахунковий |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 134 |

| Вихідна подія  | Очікувана частота виникнення, 1/рік [39]<br>(Відповідає обраному для аналізу ЕС) | Категорія | Тип аналізу   |
|--|--|-----------|---------------|
| 2.2. Падіння чохла зі свіжими касетами в БВ відпрацьованого палива і випадання касет з чохла                         | $6.15 \times 10^{-3}$  | ПА        | Якісний       |
| 2.3. Пошкодження паливної збірки перевантажувальною машиною  | $1.02 \times 10^{-2}$  | ПА        | Якісний       |
| 2.4. Падіння контейнера з відпрацьованим паливом   | $6.15 \times 10^{-3}$  | ПА        | Якісний       |
| <b>3. ВП, пов'язані з падінням важких предметів в БВ</b>   |  |           |               |
| 3.1. Падіння гідрозатвору в БВ відпрацьованого палива  | Менш $1 \times 10^{-2}$  | ПА        | Розрахунковий |
| 3.2. Падіння пенала в БВ   | Менш $1 \times 10^{-2}$  | ПА        | Якісний       |
| 3.3. Падіння плит перекриттів в БВ   | Менш $1 \times 10^{-2}$  | ПА        | Якісний       |
| <b>4. Порушення при поводженні з радіоактивними відходами</b>  |  |           |               |
| 4.1 Розрив трубопроводу подачі технологічних сдувок на очистку в системі технологічних сдувок реакторного відділення | Більш $1 \times 10^{-2}$   | ПНЕ       | Якісний       |
| 4.2 Розрив трубопроводу в системі азоту і газових сдувок   | Більш $1 \times 10^{-2}$   | ПНЕ       | Якісний       |
| 4.3 Порушення цілісності бака кубового залишку ємністю $200 \text{ м}^3$ в системі рідких радіоактивних відходів     | Більш $1 \times 10^{-2}$   | ПНЕ       | Розрахунковий |
| 4.4 Розрив трубопроводу подачі кубового залишку від випарних установок СВО-3 і СВО-7                                 | Більш $1 \times 10^{-2}$   | ПНЕ       | Якісний       |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 135 |

### 2.5.2.3.3 Критерії прийнятності

Виходячи з категорії вихідної події, очікуваних наслідків і ступеня впливу на елементи і обладнання РУ, для кожної ВП встановлюються критерії прийнятності, що дозволяють оцінити виконання основних принципів безпеки, що реалізуються при проектуванні і експлуатації АЕС. Основні групи критеріїв прийнятності формулюються для умов охолодження паливних елементів, збереження цілісності обладнання/трубопроводів першого і другого контурів, збереження герметичності захисної оболонки енергоблока та кількості виходу радіоактивних продуктів поділу за межі ГО. При застосуванні критеріїв прийнятності для ПНЕ та ПА виходять з наступного положення: тільки ті ВП, які характеризуються найменш очікуваною частотою виникнення, можуть мати найважчі наслідки. Найбільш жорсткі вимоги (з боку критеріїв прийнятності) повинні пред'являтися до вихідних подій, які мають високу і середню частоту виникнення.

По відношенню до умов охолодження твел і збереження їх цілісності діючими нормами ЯРБ встановлені наступні межі пошкодження твелів [11]:

- 1 експлуатаційна межа за кількістю і величиною дефектів твел:
  - кількість твел з дефектами типу газової нещільності не більше 0.2%;
  - кількість твел, для яких має місце прямий контакт теплоносія і ядерного палива, не більше 0,02%;
- 2 межа безпечної експлуатації за кількістю та величиною дефектів твел:
  - кількість твел з дефектами типу газової нещільності не більше 1%;
  - кількість твел, для яких має місце прямий контакт теплоносія і ядерного палива, не більше 0,1%;
- 3 максимальна проектна межа пошкодження твел:
  - температура оболонок твел не більше 1200°C;
  - локальна глибина окислення оболонок твел не більше 18% від початкової товщини оболонки;
  - частина цирконію, що прореагував, не більше 1% його маси в оболонках

твел.

Для виконання вищенаведених вимог, нижче наведено критерії прийнятності, що використовуються при виконанні аналізу порушень нормальної експлуатації та проектних аварій:

- максимальна температура палива в будь-якій точці паливного елемента не повинна перевищувати температуру плавлення  $UO_2$  (2840°C для свіжого та 2570°C для вигорівшого палива) [50, Табл. 42.100]. Температура плавлення для палива  $UO_2+5\%$  мас.  $Gd_2O_3$  дорівнює 2405°C [50, п.3]. Для ВП, які не пов'язані з вивільненням позитивної реактивності, критерії неперевикнення межі безпечної експлуатації (за кількістю і величиною дефектів твел) і максимальної проектної межі (по температурі і ступеню окислення оболонок твелів) є більш жорсткими. Отже, для таких ВП критерій по температурі

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 136 |
| <p>палива не порушується, якщо не порушуються критерії неперевищення меж безпечної експлуатації та максимальної проєктної межі;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимальна радіально усереднена ентальпія палива не повинна перевищувати 963 кДж/кг (230 ккал/кг) для свіжого і 840 кДж/кг (200 ккал/кг) для вигорілого палива в будь-якій точці вздовж осі твел (див. IAEA-EBR-WWER-01[46]). Цей критерій прийнятності використовується при аналізі порушень нормальної експлуатації та проєктних аварій, пов'язаних з швидким вивільненням позитивної реактивності;</li> <li>• не повинна перевищуватися межа безпечної експлуатації твелів: <ul style="list-style-type: none"> <li>– кількість твел з дефектами типу газової нещільності не більше 1%;</li> <li>– кількість твел, для яких має місце прямий контакт теплоносія і ядерного палива, не більше 0.1%.</li> </ul> </li> </ul> <p>Цей критерій застосовується для ПНЕ. Для оцінки виконання зазначеного критерію коефіцієнт запасу до кризи теплообміну в активній зоні повинен бути не менше 1,0 при довірчій імовірності не менше 95%. Для аналізу вихідних подій ПНЕ, для яких застосовується кореляція Westinghouse, мінімально допустимі значення КЗКТ, які розраховані з імовірністю 95% при 95% довірчому рівні, становлять для кореляції WVNI - 1.12, WVLO - 1.21;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• не повинна перевищуватися максимальна проєктна межа пошкодження твелів: <ul style="list-style-type: none"> <li>– температура оболонок твелів не більше 1200 °С;</li> <li>– локальна глибина окислення оболонок твелів не більше 18% від початкової товщини стінки;</li> <li>– частина цирконію, що прореагував, не більше 1% від його маси в оболонках твел.</li> </ul> </li> </ul> <p>Цей критерій застосовується для проєктних аварій і ПНЕ з відмовою аварійного захисту;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• для збереження цілісності меж тиску першого контуру РУ абсолютний тиск в обладнанні та трубопроводах першого контуру не повинен перевищувати робочий більш як на 15%, з урахуванням динаміки перехідних процесів і часу спрацьовування запобіжної арматури ([20], п.6.2.2). Відповідно [50, табл.3.2.1.1.1], робочий тиск для першого контуру складає 180 кгс/см<sup>2</sup> (17,65 МПа) (абс.);</li> <li>• для збереження цілісності меж тиску другого контуру РУ абсолютний тиск в обладнанні та трубопроводах другого контуру не повинен перевищувати робочий більш як на 15%, з урахуванням динаміки перехідних процесів і часу спрацьовування запобіжної арматури ([20], п.6.2.2). Відповідно [50, табл.3.2.13.1], робочий тиск для парогенераторів і головних паропроводів становить 80 кгс/см<sup>2</sup> (7,85 МПа) (абс.);</li> <li>• тиск середовища в приміщеннях гермооб'єму не повинен перевищувати 5 кгс/см<sup>2</sup> (0,49 МПа) [34, Глава 1, п. 1.1];</li> <li>• температура середовища в приміщеннях гермооб'єму не повинна перевищувати 150°С [34, Глава 1, п. 1.1];</li> <li>• рівні доз відповідно до ГГН 6.6.1-6.5.001-98 [13], що відносяться до двотижневого, з моменту початку аварії, опромінення дітей, чисельно дорівнюють рівням безумовної виправданості для обмеженого перебування дітей на відкритому повітрі для найбільш несприятливих умов поширення викиду в навколишнє середовище, не повинні перевищувати:</li> </ul> |   |          |



|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 137 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 мЗв для опромінення всього тіла;</li> <li>- 100 мГр для опромінення щитовидної залози;</li> <li>- 300 мГр для опромінення шкіри;</li> <li>• при порушеннях нормальної експлуатації ефективні дози опромінення населення за межами санітарно-захисної зони не повинні перевищувати 40 мкЗв СОУ НАЕК 023:2014 [136];</li> <li>• для перехідних процесів в режимі зупину на ремонт і перевантаженні не допускається кипіння теплоносія в реакторі - температура теплоносія в реакторі не повинна перевищувати температуру кипіння теплоносія при атмосферному тиску (100°C);</li> <li>• для виключення неприпустимого збільшення тиску (переопресовування) в обладнанні та трубопроводах першого контуру не повинно перевищуватись значення допустимого тиску при розігріві і розхолоджуванні енергоблока. Тиск першого контуру не повинен перевищувати 35 кгс/см<sup>2</sup> (3,43 МПа) (абс.) при температурі теплоносія менше 130°C, [50, п.5.2.2.1.2];</li> <li>• при зберіганні і транспортно-технологічних операціях з паливом не повинна перевищуватися експлуатаційна межа по максимальній температурі оболонок твел: температура оболонок твелів не більше 350°C [50]. Цей критерій використовується для ВП, які пов'язані з втратою теплоносія БВ;</li> <li>• при аналізі ядерної безпеки при поводженні з паливом і РАВ критерієм прийнятності є підтримка системи в підкритичному стані з урахуванням всіх можливих технологічних і розрахункових допусків і похибок [54]. Необхідний і достатній рівень підкритичності полягає в неперевищенні величини ефективного коефіцієнта розмноження нейтронів 0,95 при нормальній експлуатації і при проєктних аваріях [54]. Таким чином, критерій ядерної безпеки (<math>K_{ef} \leq 0,95</math>) використовується в якості єдиного критерію прийнятності для аналізу всіх розглянутих ВП, незалежно від їх категорії;</li> <li>• в якості критеріїв прийнятності за напрямом «міцність конструкцій» приймається недосягнення об'єктом (оболонкою твел) граничного стану, при якому його подальша експлуатація неможлива/недопустима, а саме: короткочасне руйнування (в'язке - на початку експлуатації касети і крихке - в кінці), охоплення пластичною деформацією всього перерізу твел, втрата стійкості (відповідно до п.1.2.1 ПНАЕ Г-7-002-86), а також досягнення граничної деформації. В якості основних характеристик матеріалів, що використовуються при визначенні ступеня руйнування/пошкодження оболонок твел прийняті - межа міцності (<math>\sigma_B</math>) і межа текучості (<math>\sigma_{0,2}</math>). На підставі результатів кількісної оцінки (розрахункового аналізу) виконується порівняння розрахункового рівня напружень оболонки твел з граничними напруженнями (межею текучості і межею міцності матеріалу оболонки твел).</li> </ul> <p>Виконання радіаційних критеріїв прийнятності перевіряється розрахунковим шляхом тільки для тих проєктних аварій і ПНЕ, які пов'язані зі значним викидом теплоносія за межі проммайданчика: для теч першого контуру та теч з 1-го контура в 2-й (група ВП «Зменшення запасу теплоносія першого контуру») і для ВП «Розрив ГПК за межами гермооб'єму», яка відноситься до групи ВП «Збільшення тепловідводу через другий контур». При цьому для детального аналізу відбираються</p> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 138 |

аварії-представники, які характеризуються найбільшим викидом радіоактивних матеріалів за межі ЯПВУ і локалізуючих систем безпеки.

#### **2.5.2.3.4 Результати аналізів**

##### **2.5.2.3.4.1 Узагальнені результати АПА на номінальному рівні потужності**

В даному розділі наведені результати аналізу вихідних подій на номінальному рівні потужності. Детальні результати аналізу проєктних аварій при роботі енергоблока на потужності представлені в ФБ-5 [33].

При роботі РУ на потужності розглядаються наступні групи ВП:

- збільшення тепловідведення через другий контур;
- зменшення тепловідводу через другий контур;
- зменшення витрати теплоносія через реактор;
- зміна реактивності і розподілу енерговиділень;
- збільшення маси теплоносія першого контуру;
- зменшення маси теплоносія першого контуру;
- порушення нормальної експлуатації з відмовою аварійного захисту реактора.

Основною метою виконання розрахункових і якісних детерміністичних аналізів безпеки є перевірка виконання прийнятих критеріїв прийнятності, що в кінцевому підсумку повинно свідчити про відповідність проєкту аналізованого енергоблока вимогам нормативно-технічної документації.

Для досягнення зазначених цілей був застосований наступний підхід до аналізу всіх ВП. В першу чергу, виконуються попередні розрахунки з метою визначення найгірших початкових і граничних умов для кожної вихідної події по відношенню до кожного з критеріїв прийнятності. На цьому етапі визначаються вплив знеструмлення енергоблока і одиначної відмови на виконання критеріїв прийнятності. Потім формуються розрахункові сценарії, консервативні по відношенню до одного або декількох критеріїв прийнятності. На підставі розрахункового аналізу сформованих сценаріїв визначаються найбільш представницькі сценарії та критерії прийнятності для кожної ВП. Детальний аналіз кожної вихідної події по відношенню до обраних представницьких критеріїв прийнятності наведено в ФБ-5 [33].

За результатами проведеного аналізу визначена найгірша вихідна подія по відношенню до кожного з розглянутих критеріїв прийнятності.

Вихідна подія «Розрив паропроводу» призводить до найгірших наслідків по відношенню до критерію прийнятності по температурі палива (2215°C).

Порушення критерію за запасом до кризи теплообміну відбувається в результаті ВП «Порушення в підсистемі борного регулювання, результатом яких є зменшення концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру». Значення КЗКТ досягає 1,0, при цьому у оператора після 15 хвилин невтручання в дії автоматики є достатньо часу (36 хв) для прийняття рішень до настання кризи тепловіддачі на поверхні найбільш теплонапружених твелів. Для всіх ВП, де використовується критерій по температурі оболонки твел, максимальна температура зовнішньої поверхні оболонки твел не перевищила 1200°C. Згідно з результатами розрахунків, найбільш несприятливі наслідки

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 139 |

з точки зору температури оболонки твел виникають при ВП «Двосторонній розрив ГЦТ». Максимальна температура оболонки найбільш навантаженого твел дорівнює 1052°C. Таким чином, максимальна проєктна межа пошкодження твелів для даної вихідної події не порушується. Для всіх ВП, для яких критерієм прийнятності служить тиск в першому контурі, максимальний тиск в першому контурі енергоблока не перевищував 115% від робочого значення (206 кгс/см<sup>2</sup>). Найбільше значення тиску в першому контурі було досягнуто для вихідної події «Відключення турбогенератора від системи» групи «Зменшення тепловідводу через другий контур» – 205.2 кгс/см<sup>2</sup>.

Для всіх ВП, для яких критерієм прийнятності служить тиск у другому контурі, максимальний тиск в обладнанні та системі паропроводів енергоблока не перевищив 115% від робочого значення (91 кгс/см<sup>2</sup>). З точки зору тиску в другому контурі найбільш обмежуючою є ВП «Заклинювання ГЦН». Значення тиску досягло величини 90,6 кгс/см<sup>2</sup>.

Оцінка аварійних викидів за межі гермооб'єму виконана для граничних випадків, якими є аварії з двостороннім розривом ГЦТ та теча з 1-го контуру в 2-й (ВП «Відрив кришки колектора ПГ»). В результаті підтверджено виконання дозових критеріїв:

1. В результаті двостороннього розриву ГЦТ критерії прийнятності відповідно до НРБУ-97 виконуються, характеристики опромінення складають:
  - ефективна доза за всіма шляхами опромінення – 0,78 мЗв ;
  - ефективна доза опромінення ЩЗ – 2.7 мГр;
  - ефективна доза опромінення шкіри – 21.1 мГр.
2. В результаті аварії викликаній течєю з першого контуру в другий пов'язаної з відривом кришки колектора парогенератора критерії прийнятності відповідно до НРБУ-97 виконуються, характеристики опромінення складають:
  - ефективна доза за всіма шляхами опромінення – 0,48 мЗв ;
  - ефективна доза опромінення ЩЗ – 2.2 мГр;
  - ефективна доза опромінення шкіри – 14.9 мГр.

#### **2.5.2.3.4.2 Узагальнені результати аналізу проєктних аварій на зниженому рівні потужності та у стані зупину**

В даному розділі наведені результати аналізу вихідних подій при роботі реактора на зниженому рівні потужності та в стані зупину. Детальні результати аналізу проєктних аварій при роботі на зниженому рівні потужності та в стані зупину представлені в звітах [197, 43].

В рамках аналізу проєктних аварій при роботі РУ на зниженому рівні потужності та в стані зупину проаналізовані наступні групи ПНЕ та ПА:

- зменшення запасу підкритичності активної зони реактора;
- зменшення маси теплоносія першого контуру;
- зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок погіршення циркуляції теплоносія першого контуру;
- зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмов в забезпечуючих системах;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 140 |

- зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмов в обладнанні;
- збільшення тиску («переопресування») першого контуру.

Нижче сформульовані результати проведеного аналізу з точки зору визначення найгіршої вихідної події по відношенню до кожного з розглянутих критеріїв прийнятності.

Вихідна подія «Зменшення концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру внаслідок введення дистилату системою підживлення» групи «Зменшення запасу підкритичності активної зони реактора» призводить до найгірших наслідків з точки зору забезпечення підкритичності активної зони реактора в умовах зупину. Однак при найгірших умовах час розведення бору становить понад годину.

Для всіх ВП, для яких використовується в якості критерію максимальна проектна межа пошкодження твелів (тобто ПА, які належать до груп «Зменшення маси теплоносія першого контуру», «Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмови забезпечуючих систем», «Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок відмови обладнання» і «Зменшення тепловідводу від активної зони реактора внаслідок погіршення циркуляції теплоносія»), максимальна температура зовнішньої поверхні оболонок твел не перевищила 1200°C.

Для всіх ВП, де використовується критерій по температурі теплоносія в активній зоні (тобто ПНЕ, які пов'язані з погіршенням тепловідводу від першого контуру при розущільненому реакторі), максимальна температура теплоносія в активній зоні не перевищила 100°C. Згідно з результатами розрахунків, найбільш несприятливі наслідки за даним критерієм виникають при протіканні ВП «Відключення насоса САОЗ НТ, що працює в режимі планового або ремонтного розхолодження» або ВП «Втрата електропостачання споживачів змінного струму». Максимальна температура теплоносія на виході з реактора склала 90,2°C. Таким чином, критерій по температурі теплоносія в активній зоні для даної вихідної події не порушується за умови втручання оперативного персоналу.

Для всіх ВП з групи «Збільшення тиску («переопресування») першого контуру» забезпечується критерій прийнятності щодо недопущення «холодного» опресування першого контуру. ВП «Випадкове включення груп електронагрівачів КТ» з даної групи призводить до найбільшого зростання тиску при мінімальній температурі, максимальний тиск в першому контурі становить 35 кгс/см<sup>2</sup>.

Оцінка аварійних викидів за межі гермооб'єму виконана для граничного випадку, яким є аварія з розривом трубопроводу планового або ремонтного розхолодження. У підсумку для всіх ПА, які призводять до викиду радіоактивних речовин в навколишнє середовище, підтверджено виконання дозових критеріїв, а саме для ВП «Розрив трубопроводу планового розхолодження Ду300 за межами ГО»:

- ефективна доза за всіма шляхами опромінення – 3,22 мЗв ;
- ефективна доза опромінення ЩЗ – 2.85 мГр;
- ефективна доза опромінення шкіри – 0.012 мГр

З точки зору радіаційних наслідків розглянутих аварій результати виконаних розрахунків при роботі РУ на зниженому рівні потужності та в стані зупину показали,

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 141 |

що порушень прийнятих критеріїв прийнятності не відбувається, тобто, виконуються основні принципи безпеки, реалізовані у проєкті АЕС.

Зазначений в [43] консерватизм дозволяє очікувати, що реальні дозові навантаження при розглянутих аваріях будуть значно менше розрахункових.

Результати виконаних розрахунків при роботі РУ на зниженому рівні потужності та в стані зупину показали, що протягом перехідних режимів, викликаних аналізованими вихідними подіями, порушень прийнятих критеріїв прийнятності не відбувається, тобто, виконуються основні принципи безпеки, реалізовані в проєкті АЕС.

#### **2.5.2.3.4.3 Результати аналізу проєктних аварій при поводженні з паливом і радіоактивними відходами**

В даному розділі наведені стислі результати аналізу вихідних подій при поводженні зі свіжим і відпрацьованим паливом та РАВ. Детальні результати аналізу проєктних аварій при поводженні з паливом і РАВ представлені в [49, 196, 197].

Нижче, для кожної групи вихідних подій, коротко представлені найбільш консервативні результати розрахункових аналізів.

До вихідних подій, пов'язаних з порушенням при поводженні зі свіжим і відпрацьованим паливом відносяться:

- розрив трубопроводу системи охолодження БВ;
- погіршення тепловідводу від БВ внаслідок відключення насосів в системі охолодження БВ;
- випадкове дренавання БВ внаслідок відмови системи контролю рівня води;
- теча облицювання БВ;
- падіння касети відпрацьованого палива в реактор на активну зону або на головки касет в БВ;
- падіння чохла зі свіжими касетами і випадання касет з чохла;
- падіння гідрозатвору в БВ;
- пошкодження паливної збірки перевантажувальною машиною;
- падіння контейнера ТК-13 з відпрацьованим паливом;
- падіння пенала в БВ.

Для всіх ВП, де використовується критерій по температурі оболонок твел, максимальна температура зовнішньої поверхні оболонок твел не перевищила 350°C. Згідно з результатами розрахунків, найбільш несприятливі наслідки з точки зору температури оболонок твел виникають при протіканні ВП «Розрив трубопроводу системи охолодження БВ». Максимальна температура оболонки найбільш навантаженого твела дорівнює 103,0°C. Таким чином, експлуатаційна межа пошкодження твелів для даної вихідної події не порушується.

Критерій прийнятності по температурі теплоносія в басейні витримки розглядався тільки для ВП «Погіршення тепловідводу від БВ внаслідок відключення насосів в системі охолодження БВ». Розрахунки показують, що при консервативному розгляді даної ВП, за 30 хв перехідного процесу максимальна температура теплоносія на виході з БВ дорівнює 97,0°C.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 142 |

По відношенню до критерію прийнятності за напрямом «міцність конструкцій» виконані аналізи для ВП:

- падіння касети відпрацьованого палива в реактор на активну зону або на головки касет в БВ;
- падіння чохла зі свіжими касетами і випадання касет з чохла;
- падіння гідрозатвору в БВ;
- пошкодження паливної збірки перевантажувальною машиною;
- падіння контейнера ТК-13 з відпрацьованим паливом;
- падіння пенала в БВ.

Через порушення даного критерію для ВП «Падіння касети відпрацьованого палива в реактор на активну зону або на головки касет в БВ» та ВП «Падіння гідрозатвору в БВ» були виконані аналізи даних вихідних подій по відношенню до ядерної безпеки та радіаційних наслідків. Для інших ВП критерій «міцність конструкцій» не порушується, тому подальші аналізи не виконувались.

Для всіх ВП критерій прийнятності з ядерної безпеки не порушується, підтримується величина ефективного коефіцієнта розмноження нейтронів не вище 0.95. При цьому для відсіків БВ з неущільненими стелажми, матеріали конструкції яких не містить бору, вимога ядерної безпеки  $K_{\text{эфф}} \leq 0,95$  виконується тільки за умови виконання компенсуючих заходів:

- концентрація борної кислоти, необхідна для виконання вимоги  $K_{\text{эфф}} < 0,95$  в відсіках TG21B03 з неущільненими стелажми, становить 12.5 г/кг (п.4.2.5 [245]);
- збільшення періодичності контролю концентрації бору в БВ до двох разів на зміну для діагностики цілісності трубної системи теплообмінника TG11(12,13)W01 [68];
- відповідно до КзПБ КМУ, захід № 13503 «Організація нових місць контролю концентрації бору-10 в системах, пов'язаних з 1-м контуром», в системі охолодження БВ запланована установка боромірів, що дозволить проводити безперервний контроль концентрації борної кислоти в відсіках БВ і відповідно збільшить надійність системи. При цьому частота виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних зі зміною концентрації борної кислоти в БВ, зменшиться;
- введено обмеження «...временную установку «свежих» ТВЗА, в случае необходимости их выгрузки из активной зоны или из чехла в БВ, производит только в ячейки СУХТ БВ. Установка «свежих» ТВС в ячейки неуплотненного хранения БВ – запрещена»[246, 247].

Для аварії з падінням касети в БВ наслідки аварійних ситуацій залежать від концентрації у воді БВ борної кислоти. Так для аварійних ситуацій, які супроводжуються змінням твелів і характеризуються більш високими значеннями коефіцієнта розмноження нейтронів, гранично допустиме значення  $K_{\text{эфф}} = 0.95$  може перевищуватися при зниженні концентрації борної кислоти нижче значення 10 г/кг. При виникненні аварійних ситуацій на повітрі розвиток аварійної ситуації буде дуже сильно залежати від можливості потрапляння в систему неборованої води. У цьому випадку коефіцієнт розмноження нейтронів може перевищити значення  $K_{\text{эфф}} = 1.0$  вже при 60 кг (12% маси палива однієї ТВЗА) палива, яке розглядається в аварії [196].

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 143 |

При падінні важких предметів в БВ найбільш небезпечним є падіння гідрозатвору з висипанням 50% палива з 4-х ТВЗА без пошкодження чохла з борованої сталі, оскільки при цьому в БВ висипається 992,8 кг  $UO_2$ . При оптимальному перемішуванні паливної маси, яка висипалася, з борованою водою БВ можливе досягнення критичності. Об'єднанню палива 4-х ТВСА повинні перешкодити фізичні бар'єри, наприклад, шестигранні чохла з борованої сталі [196].

Для всіх ВП критерій прийнятності по дозовим критеріям не порушується:

- максимальна ефективна доза опромінення всього тіла за рахунок зовнішнього та внутрішнього опромінення дорівнює 6,88 мЗв для ВП «Падіння гідрозатвору в БВ»;
- максимальна еквівалентна доза опромінення щитовидної залози дорівнює 18,5 мГр для ВП «Падіння гідрозатвору в БВ»;
- максимальна еквівалентна доза на відкриті ділянки шкіри дорівнює 133 мГр для ВП «Падіння гідрозатвору в БВ».

До вихідних подій, пов'язаних з порушеннями в технологічних системах при поводженні з радіоактивними відходами, відносяться:

- розрив трубопроводу подачі технологічних сдувок на очистку в системі технологічних сдувок реакторного відділення;
- розрив трубопроводу в системі азоту і газових сдувок;
- порушення цілісності бака кубового залишку ємністю 200 м<sup>3</sup> в системі рідких радіоактивних відходів;
- розрив трубопроводу подачі кубового залишку від випарних установок СВО-3 і СВО-7.

В даному розділі були розглянуті максимальні, з точки зору радіаційних наслідків, аварії в системах поводження з радіоактивними відходами ЗАЕС. За результатами виконаного аналізу можна зробити висновок, що в результаті виникнення розглянутих представницьких аварій викид радіоактивних речовин у навколишнє середовище не перевищить гранично допустимих значень для ЗАЕС. Не перевищення гранично допустимих рівнів скидання радіоактивних речовин в навколишнє середовище гарантує не перевищення доз опромінення населення, яке проживає в зоні спостереження.

#### **2.5.2.3.4.4 Аналіз ядерної безпеки вузла свіжого палива**

Установка устаткування ВСП II черги прийнята аналогічно вузлу свіжого палива I черги, яка узгоджена з ФЕІ висновком № 83-036 від 11.03.83р. і підтверджена «Висновком ФЕІ з ядерної безпеки зберігання і транспортування ТВЗА зі збільшеним завантаженням палива на АЕС з ВВЕР-1000» №07-093 від 23.07.2007р» і «Висновком ФЕІ з ядерної безпеки при зберіганні і транспортуванні ТВЗА на АЕС з ВВЕР-1000» №03-081 від 25.06.2003г.

ВСП-2, відповідно до [244] є сховищем 2 класу і I категорії сейсмостійкості відповідно до [44]. Детальна класифікація елементів (устаткування) ВСП-2 приведена в документі 21.5.59.ОБ.01.07 ДМАБ ЗАБ.

Сховища свіжого палива розташовані в осях 2-3 енергоблока майстерень і мають розміри в плані 18х36 м.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 144 |

ВСП розраховані для зберігання:

- 198 ТВЗ, які зберігаються в 11 чохлах з проектною ємністю 18 ТВЗ, при цьому, при зберіганні свіжих ТВЗА в 18-ти місцевих чохлах допускається їх повне заповнення 18 ТВЗА за умови, що чохли закриті кришками. У відсутності кришок допускається зберігати не більше 12 ТВЗА, розміщених на периферії чохла;
- 182 ТВЗ в 91 транспортних пакувальних комплектах (ТПК). Зберігання ТПК здійснюється групами не більше 16 упаковок в групі з відстанню між групами не менше 2,5 метрів;
  - зберігання ПС СУЗ та СВП в імітаторах касет, розміщених в чохлах.
  - зберігання ТВЗ-WR в ВСП здійснюється в чохлах свіжого палива [197, книга 1, п.5.2.3].

На підставі проведеного аналізу з використанням консервативних розрахункових моделей і граничних умов можна зробити наступні висновки:

1) При НЕ розглянута модель вузла свіжого палива є глибоко підкритичною. Зокрема, при повному завантаженні ВСП паливом ТВЗА, коефіцієнт розмноження нейтронів дорівнює  $kef \approx 0,6$ .

2) При зберіганні касет ТВЗА в ВСП умови оптимального уповільнення нейтронів виконуються при заповненні водою контейнерів і відсутності води в решті об'єму ВСП. При врахуванні потрапляння води в 9 контейнерів зі свіжим ядерним паливом, коефіцієнт розмноження нейтронів ВСП не перевищує значення 0,95, і дорівнює:

$$K_{ef} = 0,94578 \pm 0,00014.$$

3) Як показують результати проведеного аналізу, при попаданні води в сховище з ТВЗА і рості її рівня за умови наявності води не більше, ніж в 9-ти контейнерах, порушення критерію  $kef < 0,95$  не спостерігається.

4) При збільшенні температури сповільнювача відбувається зростання коефіцієнта розмноження нейтронів, а при збільшенні температури палива - його зниження.

5) Зміщення свіжих касет ТВЗА в чохлі до двох центральних касет при зміні густини водо-повітряної суміші в діапазоні 0-1 г/см<sup>3</sup> призводить до підвищення ефективного коефіцієнта розмноження нейтронів не більше, ніж на 0,02.

6) Аналіз транспортно-технологічних операцій з контейнером, який завантажений касетами ТВЗА і містить воду, показав, що порушення критерію  $kef < 0,95$  в ВСП не відбувається.

7) Як було показано раніше для чохла свіжого палива реакторів ВВЕР-1000, при зберіганні касет із збагаченням 4,4% без урахування вигораючого поглинача, ядерна безпека забезпечується при розміщенні 12 касет по периферії чохла. Результати аналізу, з урахуванням в якості фактора безпеки наявності, в розглянутих ТВЗ, вигораючого поглинача (що не суперечить ПНАЕ Г-14-029-91), дозволяють зробити висновок, згідно з яким при завантаженні чохла 18-ми касетами необхідний НПА рівень підкритичності забезпечується.

8) При зберіганні перспективної ТВЗ з максимальним збагаченням 4,95% в ВСП за умов оптимального уповільнення нейтронів спостерігається порушення критерію ядерної безпеки  $kef < 0,95$  при густині водо-повітряної суміші в ВСП 0,2 г/см<sup>3</sup>, а при заповненні водою всіх контейнерів і відсутності води в решті об'єму ВСП, можливе



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 145 |

виникнення критичності. Таким чином, впровадження палива високого збагачення вимагатиме перегляду схем розміщення свіжого палива в ВСП АЕС України. Даний аналіз є попереднім і потребує уточнення на основі даних по конструкції ТВЗ.

9) Можливими шляхами зниження розмножуючих властивостей ВСП до необхідного рівня підкритичності ( $kef < 0,95$ ) є:

- обмеження кількості касет, що завантажуються в чохол для свіжого палива (в даному звіті розглядалася завантаження 12-ти ТВЗ; визначення максимально допустимого числа касет для кожного типу палива потребують додаткового дослідження);

- обмеження кількості розгерметизованих контейнерів в ВСП (якщо для палива ТВЗА порушення критерію  $kef < 0,95$  можливо при розгерметизації і заповненню водою десяти контейнерів і більше, то для палива зі збагаченням 4,95%, така ситуація можлива для чотирьох контейнерів. Отже, з підвищенням розмножуючих властивостей касет, підвищується необхідність вхідного контролю для кожного поступаючого в ВСП контейнера зі свіжим паливом).

10) У разі пошкодження конструкцій ВСП і висипання СЯП можливе формування критичної конфігурації з палива та води. Аналіз консервативної моделі у вигляді гомогенної сфери з суміші палива і води показує можливість виникнення критичності при масі урану  $\geq 60$  кг і радіусі отриманої сфери  $\geq 20$  см, що становить 14% маси палива в касетах ТВЗА.

З урахуванням описаних в п.2.4.6.3.4.7 ФБ-5 [33] обмежень (кількість ТВЗ-WR при транспортуванні - не більше 12 шт., розташованих по периферії чохла, відсутність води в гнізді колодязя БВ) і надійності обладнання, що застосовується, ядерна безпека при транспортуванні свіжих ТВЗ-WR в реакторне відділення забезпечується.

#### **2.5.2.3.4.5 Аварійні інструкції та протиаварійні тренування персоналу**

В даний час на енергоблоці №5 ЗАЕС для запобігання наслідків, викликаних порушеннями нормальної експлуатації, проєктними і запроєктними аваріями, діють наступні аварійні інструкції, які більш детально розглянуті в ФБ-5 [33]:

- Інструкція по ліквідації порушень нормальної експлуатації на реакторній установці (ІЛПНЕ) [201];
- Інструкція з ліквідації аварій на реакторній установці (ІЛА РУ) [202];
- Інструкція по ліквідації аварій і аварійних ситуацій на зупиненому реакторі (ІЛА ОР) [203];
- керівництва з управління важкими аваріями для станів з розуцільненим і ущільненим реактором (КУВА) [204, 205].

Режими порушень нормальної експлуатації, що не приводять до спрацьовування АЗ або запуску СБ, включаються в інструкцію з ліквідації порушень нормальної експлуатації (ІЛПНЕ) на РУ.

Інструкція по ліквідації аварій і аварійних ситуацій на реакторній установці в форматі СОАІ (далі ІЛА РУ) призначена для управління РУ оперативним персоналом БЩУ при ліквідації наслідків порушень, що викликали досягнення умов спрацьовування АЗ реактора і/або захистів САОЗ. ІЛА РУ покриває аварійні ситуації, проєктні і запроєктні аварії без важкого пошкодження активної зони.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 146 |

При виникненні умов переходу за проєктної аварії в важку стадію виконання ІЛА припиняється і оперативним персоналом задіюється керівництво з управління важкими аваріями (КУВА).

Для басейну витримки КУВА використовується у випадках, коли ситуації в БВ у вигляді течії, зниження рівня або часу відсутності охолодження і підживлення перевищують встановлені межі.

Додатково детальні дії оперативного персоналу турбінного відділення під час аварійних ситуацій на турбінному устаткуванні енергоблока наведені в «Інструкції щодо попередження та ліквідації технологічних порушень в роботі обладнання турбінного відділення» [206].

Керівництва оперативному персоналу при ліквідації порушень режимів в електричній частині ВП ЗАЕС і детальні дії оперативного персоналу електричного цеху наведені в «Інструкції щодо попередження та ліквідації аварій в електричній частині ЗАЕС» [201].

Дії персоналу, які спрямовані на запобігання розвитку аварійної ситуації, яка виникла, в аварію, організаційні та технічні заходи по її ліквідації на майданчику ССВЯП - регламентує керівництво по ліквідації аварійних ситуацій, проєктних аварій і управління за проєктними аваріями в ССВЯП 00.ОБ.УУ.РУ.14-18 [207].

Навчально-тренувальний центр (НТЦ) АЕС - це спеціалізований структурний підрозділ АЕС, який здійснює професійну підготовку і підтримання кваліфікації персоналу АЕС з метою забезпечення формування навичок безпечної, надійної та економічної експлуатації АЕС [208].

Професійна підготовка і підтримання кваліфікації персоналу АЕС, який здійснює види діяльності, для виконання яких необхідна ліцензія державного комітета ядерного регулювання України (згідно з Постановою КМ України від 08.11.2000г. №1683), повинна проводитися відповідно до документів «Ліцензійні вимоги до персоналу АЕС України» НД 306.202-95 і «Положення про ліцензування персоналу АЕС України» НД 306.203-95.

У НТЦ проходять професійну підготовку, підвищення і підтримання кваліфікації, в залежності від роду роботи, яка виконується, такі категорії персоналу АЕС:

- оперативний персонал;
- персонал управління;
- персонал технічної підтримки;
- ремонтний персонал;
- інструкторський персонал.

Функції навчально-тренувального центру конкретної АЕС, обсяг реалізованих їм процедур щодо забезпечення необхідної кваліфікації персоналу АЕС, а також права, обов'язки і відповідальність посадових осіб НТЦ встановлюється керівництвом АЕС в положенні про НТЦ АЕС, яке розробляється на підставі типового положення з урахуванням умов АЕС, які більш детально розглянуті в ФБ-5 [33].

Персонал АЕС повинен бути підготовлений до дій при проєктних і за проєктних аваріях. Відомості щодо тренування персоналу більш детально розглянуто в ФБ-5 [33].

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 147 |

Дії персоналу АЕС при запроектних аваріях регламентуються спеціальними інструкціями, які розробляються адміністраціями АЕС на основі технологічного регламенту і технічного обґрунтування безпеки реакторної установки і атомної станції з урахуванням виконання аналізів проектних і запроектних аварій.

#### *Модернізації АЕС (див. п. 2.4.6.4.3.3 ФБ-5 [33])*

Проекти діючих енергоблоків розроблялися за діючими в 70-і роки минулого століття нормам, правилам і стандартам. Приведення стану енергоблоків у відповідність до нововведених норм, правил і стандартів здійснювалося в рамках програм підвищення безпеки, які переглядалися в процесі експлуатації в міру виконання заходів, накопиченого досвіду експлуатації та ін. Останньою програмою підвищення безпеки енергоблоків АС України, завершеною в 2010 році, є «Концепція підвищення безпеки діючих енергоблоків атомних електростанцій» (далі КПБ), схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13.12.2005 № 515-р [209].

Одним з напрямків КПБ було «Удосконалення управління аварійними процесами». Заходи, які були виконані в рамках цієї програми наведені в п.2.4.6.4.3.3 ФБ-5 [33].

На даний час чинною програмою підвищення безпеки є «Комплексна (зведена) програма підвищення безпеки енергоблоків АЕС України» (КзПБ) [15]. КзПБ розроблена для подальшої реалізації робіт з підвищення безпеки в рамках виконання довгострокової державної стратегії підвищення безпеки енергоблоків АЕС ДП НАЕК «Енергоатом».

### **2.5.2.4 Аналіз запроектних аварій**

#### **2.5.2.4.1 Методологія аналізу запроектних аварій**

При виконанні аналізу ЗПА максимально використовуються вже існуючі матеріали (аналітичні моделі, результати раніше виконаних розрахункових аналізів і т.п.), розроблені в складі глав «Аналіз запроектних аварій» і «Імовірнісний аналіз безпеки» ЗАБ енергоблока №5 ЗАЕС. Крім того, беруться до уваги, з огляду на специфіку енергоблока №5 ЗАЕС, результати раніше виконаних аналогічних робіт з аналізу запроектних аварій для енергоблока №2 ХАЕС.

Обсяг робіт по АЗПА в складі розділу «Аналіз запроектних аварій» ЗППБ енергоблока №5 Запорізької АЕС визначається наступними факторами:

- аналіз виконується з метою визначення способів запобігання важкого пошкодження активної зони, в тому числі для розробки рекомендацій з управління ЗПА;
- вихідні події - внутрішні ВП;
- вихідні стани енергоблока - робота на потужності, на зниженому рівні потужності, зупин.

До складу робіт по АЗПА в рамках ЗППБ входить:

- розробка та обґрунтування переліку ЗПА для режиму роботи РУ на номінальному рівні потужності;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 148 |

- розробка/адаптація розрахункових моделей (наборів вихідних даних) активної зони, ЯПВУ і гермооб'єму енергоблока №5 ЗАЕС для цілей АЗПА, що враховують виконані на енергоблоці модернізації;
- формування і відбір аварійних сценаріїв (аварій-представників), для яких будуть виконуватися кількісні розрахунки, виконання розрахункових аналізів для відібраних аварійних сценаріїв (для роботи РУ на номінальному рівні потужності) з урахуванням виявлених модернізацій на енергоблоці;
- формування переліку ЗПА при роботі РУ на зниженому рівні потужності та зупині;
- відбір аварійних сценаріїв (аварій-представників) при роботі РУ на зниженому рівні потужності, для яких будуть виконуватися кількісні розрахунки, виконання розрахункових аналізів для відібраних аварійних сценаріїв;
- формування розділу «Аналіз запроектованих аварій» ЗППБ і розробка розділу «Рекомендації з управління ЗПА» в складі ЗППБ;
- аналіз запроектованих аварій для режимів розхолодження і зупину РУ;
- виконання аналізу аварійних сценаріїв ЗПА в БВ;
- аналіз ядерної безпеки вузла свіжого палива.

#### **2.5.2.4.2 Розробка переліку ЗПА**

У цьому розділі представлені результати розробки переліку ЗПА для режимів роботи РУ на номінальному рівні потужності, а також режимів зниженої потужності РУ і зупину. Перелік ЗПА розроблений на підставі вимог до змісту ЗАБ, матеріалів ІАБ 1-го рівня для внутрішніх вихідних подій і АПА розглянутого енергоблока.

Цілями групування є:

- формування і обґрунтування переліку ЗПА для аналізу запроектованих аварій енергоблока №5 ЗАЕС на основі діючих вимог та результатів раніше виконаних робіт з аналізу безпеки енергоблока №5 ЗАЕС (ІАБ, АПА);
- групування ЗПА при роботі РУ на номінальному і зниженому рівні потужності, а також в режимах зупину для проведення детальних аналізів.

У рамках розробки глави ЗАБ енергоблока №5 ЗАЕС «Аналіз запроектованих аварій» були визначені аварії-представники, для яких вимагалось проведення детального розрахункового аналізу. Такі аварії по аварійному стану, очікуваному протіканню і передбачуваним способам втручання оперативного персоналу є характерними для всієї групи.

Результати аналізу необхідності виконання додаткових розрахункових обґрунтувань для переліку ЗПА на номінальному рівні потужності представлені в Табл. 2.64 ФБ-5 [33] (перелік врахованих ФБ приймався на основі [41], [56]), для режимів роботи РУ на знижених рівнях потужності і в стані зупину – в Табл. 2.65 ФБ-5 [33]. Представлені в таблицях заходи, які спрямовані на запобігання важкого пошкодження активної зони, наведені на основі рекомендацій з протиаварійних дій персоналу, розроблених в ході виконання робіт з аналізу запроектованих аварій [41, 56].

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 149 |

#### **2.5.2.4.3 Рекомендації до дій оперативного персоналу по управлінню запроєктними аваріями при роботі РУ на номінальному рівні потужності**

##### **2.5.2.4.3.1 Течі 1-го контуру з відмовою функції підтримання запасу теплоносія в діапазоні високих тисків. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання/пом'якшення наслідків важкого пошкодження активної зони**

При аналізі великих теч 1-го контуру з відмовою функції підтримання запасу теплоносія першого контуру в діапазоні високих тисків і управління реактивністю були виконані попередні розрахунки для теч різних діаметрів з розглянутого діапазону 200-850 мм. Результати попередніх розрахунків показують, що найбільш несприятливим випадком є двосторонній розрив ГЦТ Ду2×850 мм з відмовою трьох каналів САОЗ ВТ, ГЄ і 2/3 САОЗ НТ. Описаний в звіті [п.7.1.1.1, 41] базовий сценарій з течєю Ду 2×850 мм призводить до найгірших наслідків по відношенню до прийнятого критерію прийнятності для всього діапазону великих теч для відібраного переліку ЗПА.

Виконаний розрахунковий аналіз показав, що значення максимальної температури оболонки твел досягає 1094°C, що з урахуванням невизначеності аналізованої вихідної події знаходиться гранично близько до порушення досліджуваного критерію прийнятності. Крім того, температура оболонок твел тривалий час залишається в діапазоні протікання пароцирконієвої реакції, що призводить до порушення критерію за частиною цирконію, що прореагував.

При цьому, як впливає з результатів аналізу, знеструмлення енергоблока при даній аварії не погіршує її наслідки. З урахуванням наявності можливих невизначеностей аналізу такі результати дозволяють зробити висновок про те, що важке пошкодження активної зони може статися на перших хвилинах аварійного процесу.

З урахуванням того, що небезпека пошкодження активної зони має місце на перших хвилинах аварійного процесу, оперативний персонал має обмежений запас часу і дій щодо запобігання важкого пошкодження активної зони (в основному дії персоналу зводяться до відновлення роботи обладнання, яке відмовило). При цьому, з огляду на обмеженість наявного часу, відновлення працездатності систем безпеки, які відмовили, є малоімовірним.

Разом з тим, як показав розрахунковий аналіз, швидке відновлення працездатності ГЄ САОЗ дозволяє пом'якшити наслідки аварії в частині зниження другого піку температури оболонок твел і скорочення тривалості протікання пароцирконієвої реакції.

Таким чином, дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на пом'якшення наслідків аварії всіма доступними технічними засобами, в тому числі забезпеченням подачі теплоносія в перший контур від системи ТК з максимально можливою витратою.

##### **2.5.2.4.3.2 Теча першого контуру з відмовою функції відведення тепла по другому контуру. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

При виникненні течі першого контуру в діапазоні Ду 0-15 мм з відмовою ФБ «Відведення тепла по другому контуру» і відсутності дій оперативного персоналу

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 150 |
| <p>відбувається важке пошкодження активної зони при високому тиску. Така ситуація обумовлена тим, що після втрати тепловідведення через другий контур енергія, що виноситься з теплоносієм в течу, недостатня для забезпечення відводу тепла від активної зони.</p> <p>При виникненні даної ЗПА ефективним варіантом запобігання важкого пошкодження активної зони на ранній стадії ЗПА є організація підживлення парогенератора (шляхом відновлення працездатності ДЖЕН або АЖЕН). Розрахунковим шляхом [56] визначено, що своєчасне відновлення працездатності хоча б одного АЖЕН (до втрати тепловідведення від першого контуру в другий) дозволить запобігти важкому пошкодженню активної зони. Відновлення працездатності АЖЕН також ефективне і на пізніх фазах аварійного процесу (до початку стійкого розігріву активної зони). Однак, в цьому випадку заповнення парогенераторів може привести до виникнення важкого температурного режиму для обладнання ПГ, що може привести до порушення цілісності першого контуру і виникнення течі з першого контуру в другий.</p> <p>Паралельно з відновними діями оператору доцільно організувати тривале підживлення першого контуру. Для цього необхідно забезпечити виведення теплоносія першого контуру через систему аварійного газовидалення або за рахунок відкриття ІЗП КТ (організація режиму «скидання-підживлення»). Реалізація даної стратегії дозволить запобігти важкому пошкодженню активної зони. Застосування запропонованої процедури досліджено в діапазоні теч першого контуру, для яких відмова підживлення ПГ призводить до важкого пошкодження активної зони [56]. У розрахункових аналізах [56] виведення теплоносія першого контуру здійснювалося шляхом відкриття одного ІЗП КТ (на енергоблоці №5 ЗАЕС ІЗП КТ сертифіковані на витікання пароводяної суміші в широкому діапазоні тисків). Також розрахунковим аналізом встановлено, що переведення ШРУ-А в режим розхолоджування зі швидкістю 30°C/год через 10 хвилин після АЗ дозволяє знизити тиск в першому контурі до значень, при яких можлива подача охолоджуючого теплоносія від САОЗ. Підживлення першого контуру за рахунок роботи САОЗ ВТ дозволяє запобігти важкому пошкодженню активної зони, проте в цьому випадку не досягаються умови, при яких можливе переведення РУ в безпечний кінцевий стан. Таким чином, можна зробити висновок, що дану стратегію доцільно виконувати в комплексі з іншими діями.</p> <p>При цьому, розрахунковим шляхом встановлено, що у оперативного персоналу є достатній запас часу на виконання протиаварійних заходів [56].</p> <p>Також слід зазначити, що втрата електропостачання власних потреб енергоблока в момент даної ЗПА істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.</p> <p><b>2.5.2.4.3.3 Теча першого контуру з відмовою ФБ «Підтримання запасу теплоносія першого контуру в діапазоні низьких тисків». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони</b></p> <p>Після втрати функції підживлення першого контуру в діапазоні низьких тисків (відмова САОЗ НТ, що працюють на підживлення першого контуру) при відсутності відновлювальних дій оперативного персоналу відбувається важке пошкодження</p> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 151 |

активної зони при низьких параметрах. Запас часу до важкого пошкодження активної зони істотно залежить від розміру течі і може складати від 1.8 години до більш однієї доби.

Таким чином, після виникнення ЗПА «Теча першого контуру з відмовою ФБ «Підтримання запасу теплоносія першого контуру в діапазоні низьких тисків» необхідне виконання відновлювальних дій оперативного персоналу. До таких дій може бути віднесено:

- відновлення устаткування, відмова якого призвела до деградації ФБ (відновлення принаймні одного каналу САОЗ НТ на підживлення першого контуру);
- дії з переведення насоса САОЗ НТ, який працював по лінії планового розхолодження, на підживлення контуру від бака-прямяка з виведенням теплоносія першого контуру через систему аварійного газовидалення;
- організація розхолодження через другий контур за допомогою ШРУ-А.

Очевидно, що своєчасне відновлення роботи обладнання, що відмовило, дозволить запобігти важкому пошкодженню активної зони.

Розвиток даної ЗПА після втрати підживлення першого контуру в діапазоні низьких тисків можна розділити на дві основні фази:

- фаза до відмови САОЗ НТ, що працює по ЛПР;
- фаза після відключення САОЗ НТ, що працює по ЛПР.

На першій фазі оперативний персонал може запобігти важкому пошкодженню активної зони за рахунок організації підживлення першого контуру з максимальною витратою. До таких дій можна віднести наступні стратегії:

- дії з переведення одного насоса САОЗ НТ, що працює по лінії планового розхолодження, також на підживлення першого контуру від бака-прямяка з прикриттям/відкриттям засувки на ЛПР від гарячої нитки ГЦТ;
- дії з переведення насоса САОЗ НТ, який працював по лінії планового розхолодження, на підживлення контуру від бака-прямяка і роботою системи аварійного газовидалення.

Розрахунковим шляхом [41] була перевірена ефективність кожної з наведених вище дій оператора. Результати розрахункового аналізу показують, що своєчасне виконання кожного комплексу дій (до початку стійкого зростання температури на виході з активної зони) дозволяє запобігти важкому пошкодженню активної зони і організувати тривалий тепловідвід по першому контуру.

На другій фазі (до моменту початку дій персоналу відбулася відмова насоса САОЗ НТ) якщо оператору не вдалося організувати підживлення першого контуру від САОЗ НТ, який працював по ЛПР, дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на відновлення тепловідведення по другому контуру і зниження параметрів в РУ до мінімально можливих значень, тим самим знизивши витрату в течу. Реалізація даної стратегії у разі відсутності підживлення першого контуру не дозволить запобігти важкому пошкодженню активної зони, але дозволить збільшити запас часу до її важкого пошкодження [41].

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 152 |

| Розрахунковий сценарій / Ду  | 12   | 25                  | 50                    | 90                    |
|--|--|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Відмова САОЗ НТ, що працює на підживлення першого контуру без втручання ОП   | п/з <sup>1</sup> через ~30 ч                               | п/з через ~10 годин | п/з через ~4.2 години | п/з через ~1.8 години |
| Відмова САОЗ НТ, що працює на підживлення першого контуру і організація розхолодження по другому контуру після відмови САОЗ НТ, що працює по ЛПР | відсутність важкого пошкодження протягом більш ніж 2-х діб | п/з через ~19 годин | п/з через ~11 годин   | п/з через ~1.8 години |

Після організації тепловідведення по першому контуру оперативний персонал повинен виконати дії по організації підживлення першого контуру від системи ТК.

У той же час, результати розрахункових аналізів показують, що організація підживлення першого контуру з баків ТВ10 через систему ТК з виведенням теплоносія з першого контуру за рахунок роботи системи аварійного газовидалення дозволяє запобігти важкому пошкодженню активної зони. Виконання відновлювальних процесів необхідно почати до початку сталого зростання температури на виході з активної зони. Згідно результатів виконаних аналізів у оператора є більше 1 години на прийняття рішень і виконання протиаварійних заходів.

Таким чином, з огляду на вищевикладене, після ідентифікації виникнення ЗПА (втрати підживлення першого від САОЗ НТ при течі першого контуру) дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на:

- 1) відновлення обладнання, відмова якого призвела до втрати підживлення першого контуру в діапазоні низьких тисків (відновлення САОЗ НТ, що працює на підживлення першого контуру);
- 2) організацію підживлення першого контуру за рахунок переведення насоса САОЗ НТ, який працював по лінії планового розхолодження, на підживлення контуру від бака-пряма з виведенням теплоносія першого контуру через систему аварійного газовидалення;
- 3) відновлення тепловідведення по другому контуру (повне відкриття ШРУ-А) і організацію підживлення першого контуру від системи ТК.

Дії по п.2 виконувати паралельно з діями по відновленню відмов обладнання. Результати розрахункових аналізів показали наявність у оператора запасу часу не менше 1.5 годин (в залежності від розміру течі) на виконання відновлювальних та інших протиаварійних дій.

Також слід зазначити, що втрата електропостачання власних потреб енергоблока в момент даної ЗПА істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

---

<sup>1</sup> Час до важкого пошкодження активної зони визначається з моменту відмови САОЗ НТ, що працює на підживлення першого контуру



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 153 |

#### **2.5.2.4.3.4 Теча першого контуру з відмовою ФБ «Відведення залишкових енерговиділень в діапазоні низьких тисків». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Після втрати функції відведення залишкових енерговиділень в діапазоні низьких тисків (відмова САОЗ НТ, що працюють по лінії планового розхолодження) при відсутності відновлювальних дій оперативного персоналу відбувається важке пошкодження активної зони. Запас часу до важкого пошкодження активної зони істотно залежить від розміру течі і становить не менше однієї години з моменту відмови ЛПР.

Таким чином, після виникнення ЗПА «Теча першого контуру з відмовою ФБ «Відведення залишкових енерговиділень в діапазоні низьких тисків» необхідне виконання відновлювальних дій оперативного персоналу. До таких дій може бути віднесено:

- відновлення устаткування, відмова якого призвела до деградації ФБ (відновлення працездатності ЛПР);
- організація тривалого підживлення першого контуру насосами САОЗ НТ і виведенням теплоносія першого контуру через систему аварійного газовидалення;
- організація розхолодження через другий контур за допомогою ШРУ-А.

Очевидно, що своєчасне відновлення роботи обладнання, що відмовило, дозволить запобігти важкому пошкодженню активної зони.

Розвиток даної ЗПА після відмови ЛПР можна розділити на дві основні фази:

- фаза до відмови САОЗ НТ, що працює на підживлення першого контуру;
- фаза після відключення САОЗ НТ, що працює на підживлення першого контуру;

На першій фазі оперативний персонал може запобігти важкому пошкодженню активної зони за рахунок організації ОП підживлення першого контуру від насосів САОЗ НТ з максимальною витратою і виведенням теплоносія першого контуру через систему аварійного газовидалення.

Якщо неможливо організувати підживлення першого контуру від САОЗ НТ з максимальною витратою, то оперативному персоналу доцільно на другій фазі розвитку ЗПА (після відключення САОЗ НТ, що працює на підживлення першого контуру) відновити тепловідвід по другому контуру (організувати прискорене розхолодження через ШРУ-А). Розрахунковим шляхом встановлено, що реалізація даної стратегії дозволяє запобігти важкому пошкодженню активної зони і забезпечити тривале відведення залишкових енерговиділень [41].

#### **2.5.2.4.3.5 Теча з першого в другий контур без втручання оперативного персоналу при роботі автоматики згідно існуючих захистів і блокувань. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

У разі виникнення аварії «Теча з першого в другий контур без втручання оперативного персоналу» дії автоматики недостатні для того, щоб стабілізувати

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 154 |

аварійний процес, запобігти невідновлювальній втраті теплоносія і, тим самим, втратити можливість забезпечення охолодження активної зони [41].

У якості протиаварійних заходів при течі теплоносія з першого контуру в другий згідно матеріалів [41] визначено алгоритм дій з управління аварійним процесом.

Алгоритм передбачає реалізацію дій в декілька стадій. На першій стадії реалізуються автоматичні дії, ініційовані за сигналом «Теча з першого контуру в другий». Передбачається, що запуск алгоритму реалізований за сукупністю двох ознак:

- 1) зростання активності в паропроводі аварійного ПГ вище певного порогового значення,
- 2) факт формування сигналу АЗ за технологічними параметрами.

На першій стадії аварійного процесу виконуються дії автоматики (після спрацьовування АЗ):

- відключення ГЦН аварійної петлі;
- відключення електронагрівачів КТ;
- підвищення уставки відкриття/закриття ШРУ-А аварійного ПГ;
- введення заборони роботи ШРУ-К.

На другій стадії аварії оператор виконує наступні дії з витримкою часу 900 сек (затримка часу, що дає можливість персоналу отримати підтвердження діагностики і прийняти рішення про виконання дій з управління аварією):

- закриття ШЗВК непошкоджених ПГ і початок розхолодження через неушкоджені ПГ зі швидкістю 60°C/год;
- переведення САОЗ ВТ на рециркуляцію;
- закриття арматури на підводі живильної води, аварійної живильної води аварійного ПГ.

Виконання зазначених дій з управління аварійним процесом при відсутності виникнення додаткових відмов у роботі обладнання дозволить не допустити важкого пошкодження активної зони.

#### **2.5.2.4.3.6 Теча з першого в другий контур з відмовою ізоляції ПГ. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

При виникненні течі з першого в другий контур з виконанням дій ОП з управління аварійним процесом і накладанням відмови ШРУ-А у відкритому положенні (заклинювання ШРУ-А) існують всі передумови для важкого пошкодження активної зони (відбувається зниження запасу теплоносія першого контуру внаслідок його некомпенсованої втрати в навколишнє середовище). Крім того, протікання даної ЗПА супроводжується прямим тривалим викидом радіоактивного теплоносія першого контуру в навколишнє середовище. Таким чином, при виникненні такої ЗПА необхідне виконання дій щодо зменшення викиду теплоносія першого контуру в навколишнє середовище.

Загальна стратегія управління такою аварією у разі неможливості закриття ШРУ-А, яка заклинила, зводиться до зниження параметрів першого контуру (температури і

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 155 |

тиску) до рівнів, що дозволяють підключити САОЗ НТ по лінії планового розхолодження і далі зниження тиску в першому контурі до мінімального значення для мінімізації викиду в атмосферу.

До таких дій можна віднести:

- організацію прискореного розхолодження через аварійний ПГ;
- відключення двох САОЗ ВТ (з трьох працюючих) та організацію виведення теплоносія першого контуру через САГ або ІЗП КТ.

Виконання даних дій призведе до зниження тиску в РУ до мінімальної величини, яка незначно перевищує атмосферний, що в свою чергу, призведе до фактичного припинення течії з РУ в навколишнє середовище. Надалі, функція відведення залишкових тепловиділень буде реалізовуватися одним каналом САОЗ НТ по ЛПР, а періодичне підживлення РУ для підтримання рівня в КТ – системою ТК, що дозволить підтримувати РУ в безпечному стабільному стані з низькими параметрами в першому контурі і мінімальними втратами через незакритий ШРУ-А.

Однак, неізоляція течії з відсутністю дій по підживленню бака ГА201 в кінцевому підсумку може призвести до безповоротної втрати охолоджуючого теплоносія, що в свою чергу призведе до важкого пошкодження активної зони.

Однією з очевидних дій персоналу в такому випадку є збільшення запасу теплоносія, для чого необхідно організувати підживлення бака САОЗ (бака-прямка), проте розрахунковим шляхом вона не була проаналізована через очевидність успіху даних дій.

Також слід зазначити, що знеструмлення власних потреб енергоблока істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

#### **2.5.2.4.3.7 Теча з першого в другий контур з відмовою ФБ «Тепловідведення по другому контуру» (відмова розхолодження через ШРУ-А). Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

При виникненні течії з першого в другий контур з виконанням дій ОП з управління аварійним процесом і без урахування дій оперативного персоналу по організації розхолодження через ШРУ-А відбувається важке пошкодження активної зони через ~ 2.5 години після виникнення ЗПА.

Таким чином, при виникненні даної ЗПА необхідне виконання протиаварійних дій.

Після виникнення даної ЗПА дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на організацію тепловідведення від активної зони. До таких дій можуть бути віднесені дії по відновленню ФБ (організація розхолодження через ШРУ-А), яка відмовила, або дії по організації режиму «скидання-підживлення» по першому контуру.

Дії по організації розхолодження через ШРУ-А не потребують додаткових досліджень їх ефективності, тому що виконання даної дії дозволить відновити ФБ, що відмовила, і запобігти важкому пошкодженню активної зони.

В [41] було проаналізовано такі варіанти режиму «скидання-підживлення» по першому контуру:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 156 |

- організація режиму скидання-підживлення за допомогою одного каналу САОЗ ВТ та виведенням теплоносія через ІЗП КТ;
- організація режиму скидання-підживлення за допомогою ТК і виведенням теплоносія через ІЗП КТ.

Результати розрахункових аналізів показують, що виконання даних протиаварійних дій дозволяє запобігти важкому пошкодженню активної зони і створити умови для підключення САОЗ НТ з роботою на перший контур.

Таким чином, визначено такий набір дій оперативного персоналу після ідентифікації ЗПА «Теча з першого в другий контур з відмовою ФБ «Тепловідведення від першого контуру в другий» (відмова розхолоджування через ШРУ-А)»:

- закриття ШЗВК непошкоджених ПГ;
- переведення САОЗ ВТ на рециркуляцію;
- закриття арматури на підводі живильної води, аварійної живильної води аварійного ПГ;
- локалізація аварійного ПГ;
- організація розхолоджування через аварійний ПГ (відновлення ФБ, яка відмовила).

Організація режиму «скидання-підживлення» по першому контуру. При цьому, підживлення першого контуру може здійснюватися від САОЗ ВТ або системою ТК.

Згідно результатів розрахункових аналізів на виконання протиаварійних дій у оператора є ~ 2 години з моменту виникнення ЗПА. Також слід зазначити, що знеструмлення власних потреб енергоблока істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

#### **2.5.2.4.3.8 Теча з першого в другий контур з відмовою ФБ «Тепловідведення по другому контуру» (втрата підживлення ПГ). Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

При виникненні течі з першого в другий контур з виконанням дій ОП з управління аварійним процесом і з накладенням відмови підживлення ПГ відбувається важке пошкодження активної зони через ~ 5 годин після виникнення ЗПА.

Таким чином, при виникненні даної ЗПА необхідне виконання протиаварійних дій.

Після виникнення даної ЗПА дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на організацію тепловідведення від активної зони. До таких дій можуть бути віднесені дії по відновленню ФБ (організація підживлення ПГ) або дії по організації режиму «скидання-підживлення» по першому контуру.

Аналіз ефективності дій по організації підживлення ПГ не потребує додаткових досліджень, тому що виконання даної дії дозволить відновити ФБ, яка відмовила, і запобігти важкому пошкодженню активної зони.

В [41] було проаналізовано такі варіанти режиму «скидання-підживлення» по першому контуру:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 157 |

- організація режиму скидання-підживлення за допомогою одного каналу САОЗ ВТ та виведення теплоносія через ІЗП КТ;
- організація режиму скидання-підживлення за допомогою ТК і виведення теплоносія через ІЗП КТ.

Результати розрахункових аналізів показують, що виконання даних протиаварійних дій дозволяє запобігти важкому пошкодженню активної зони і створити умови для підключення САОЗ НТ на роботу в перший контур.

Таким чином, визначено такий набір дій оперативного персоналу після ідентифікації ЗПА «Теча з першого в другий контур з відмовою ФБ «Тепловідведення від першого контуру в другий» (відмова підживлення ПГ)»:

- закриття ШЗВК непошкоджених ПГ і організація розхолодження через ШРУ-А неаварійних ПГ зі швидкістю 60°C/год;
- переведення САОЗ ВТ на рециркуляцію;
- закриття арматури на підводі живильної води, аварійної живильної води аварійного ПГ;
- локалізація аварійного ПГ;
- організація розхолодження через аварійний ПГ (відновлення ФБ);
- організація режиму «скидання-підживлення» по першому контуру. При цьому, підживлення першого контуру може здійснюватися від САОЗ ВТ або системою ТК.

Згідно результатів розрахункових аналізів на виконання протиаварійних дій у оператора є ~ 3 години з моменту виникнення ЗПА.

Також слід зазначити, що знеструмлення власних потреб енергоблока істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

#### **2.5.2.4.3.9 Теча з першого в другий контур з відмовою ФБ «Підтримка запасу теплоносія». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Згідно з результатами розрахункових аналізів [41], реалізація алгоритму з управлінням аварією з течєю з першого контуру в другий [33] дозволяє локалізувати втрату теплоносія першого контуру, запобігти важкому пошкодженню активної зони і створити умови для підтримки РУ в безпечному стані.

Реалізація алгоритму з управління аварією дозволяє знизити до мінімуму втрати теплоносія в течу.

Разом з тим відмова САОЗ ВТ призводить до більшого дефіциту підживлення першого контуру, що на початковому етапі аварії обумовлює більше зниження рівня в реакторі.

Дана відмова також знижує можливості підвищення концентрації бору в першому контурі. Разом з тим, мінімальна необхідна концентрація може бути забезпечена підключенням на вхід насосів ТК подачі борного розчину з баків ТВ10.

Таким чином, після виникнення даної ЗПА дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 158 |

- закриття ШЗВК непошкоджених ПГ і початок розхолодження через неушкоджені ПГ зі швидкістю 60°C/год
- закриття арматури на підводі живильної води, аварійної живильної води аварійного ПГ;
- закриття ШЗВК аварійного ПГ;
- відновлення САОЗ ВТ.

Дії оперативного персоналу по відновленню працездатності насосів САОЗ ВТ, як основного проєктного аварійного підживлення, є необхідними, оскільки використання САОЗ ВТ для підживлення першого контуру у випадках подібних аварій регламентовано чинними ІЛА.

Крім того, одним з можливих варіантів оптимальних дій оперативного персоналу, є управління цією аварією за допомогою підтримання запасу теплоносія першого контуру насосами підживлення.

Також слід зазначити, що знеструмлення власних потреб енергоблока істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

#### **2.5.2.4.3.10 Перехідні процеси і спеціальні ініціатори з відмовою ФБ «Відведення тепла по другому контуру». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Протікання ЗПА «Втрата живильної води з втратою підживлення ПГ» при відсутності протиаварійних дій оперативного персоналу призводить до важкого пошкодження активної зони.

Таким чином, після виникнення ЗПА «Втрата живильної води з втратою підживлення ПГ» необхідне виконання відновлювальних дій оперативного персоналу. До таких дій можуть бути віднесені наступні дії:

- відновлення устаткування, відмова якого привела до деградації ФБ (відновлення ДЖЕН або АЖЕН);
- організація режиму «скидання-підживлення» по першому контуру.

Очевидно, що своєчасне відновлення відмовленого обладнання (організація підживлення від ДЖЕН або АЖЕН) дозволить відновити ФБ, яка відмовила і, як результат, запобігти важкому пошкодженню активної зони.

Результати розрахункового аналізу показали можливість переведення установки в безпечний кінцевий стан шляхом зниження тиску в обладнанні першого контуру за рахунок відкриття арматури САГ і арматури на байпасі ІЗП КТ, а підживлення першого контуру - подачею від САОЗ ВТ, але цей сценарій не є пріоритетним. Також при аналізі ЗПА оцінювався орієнтовний запас часу (9000 секунд з початку аварії), наявний у оперативного персоналу на відновлення працездатності обладнання, яке відмовило, зокрема АЖЕН.

Таким чином, для ЗПА, пов'язаної з повною втратою живильної води, був визначений наступний набір дій оперативного персоналу:

- 1) відновлення працездатності ДЖЕН або АЖЕН;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 159 |

- 2) в разі, якщо відновлення підживлення другого контуру неможливо (або призводить до значних тимчасових затримок) оператору, паралельно з діями по відновленню, доцільно почати процедуру «скидання-підживлення»;
- 3) якщо дії по п.п.1-2 не можуть, з будь-яких причин, бути реалізовані, оператор повинен вжити заходів по організації підживлення ПГ від альтернативних джерел. Дані дії не дозволять запобігти важкому пошкодженню активної зони, однак реалізація даних заходів дозволить збільшити запас часу до важкого пошкодження активної зони. Суть даної стратегії полягає в організації підживлення ПГ від позаштатних джерел підживлення. До таких дій може бути віднесено дії по організації подачі теплоносія з деаераторів в ПГ.

Також слід зазначити, що знеструмлення власних потреб енергоблока істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

#### **2.5.2.4.3.11 Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання з відмовою функції забезпечення надійного електропостачання (повне знеструмлення енергоблока з незапуском дизель-генераторів). Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

При аналізі аварійних процесів з втратою електроживлення власних потреб з відмовою ФБ «Забезпечення електропостачання» були виконані попередні розрахунки для різних дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони. Як показав розрахунковий аналіз, при втраті нормального електроживлення відмова ФБ «Забезпечення електропостачання» призводить до порушення критерію прийнятності (максимальної проектної межі пошкодження твелів) і, як результат, до важкого пошкодження активної зони. Тому для запобігання пошкодження активної зони реактора слід дотримуватися оперативним персоналом протиаварійних дій, спрямованих на переведення реактора в безпечний кінцевий стан.

Розрахунковим шляхом встановлено, що мінімальний проміжок часу від початку аварії до порушення критерію прийнятності (на кінець паливної кампанії) дорівнює приблизно 6 годин. Початок сталого розігріву активної зони починається через 9864 секунд після початку аварії [п.3.4.1.5, 231], тривалість процесу розігріву до важкого пошкодження активної зони дорівнює приблизно 3 години [п.3.4.1.5, 231].

При знеструмленні всіх секцій нормального електропостачання відбувається відключення систем нормальної експлуатації: ГЦН, ТЖН, ТЕН КТ, насосів системи підживлення-продування першого контуру тощо. За сигналом відключення останнього ТЖН закриваються стопорні клапани турбіни, а по сигналу відключення одного з двох працюючих ГЦН при потужності понад 5% формується сигнал АЗ реактора. Через 0,3 секунди починається рух ОР СУЗ за сигналом АЗ. Закриття стопорних клапанів турбіни призводить до різкого зростання тиску в другому контурі РУ. При підвищенні тиску в паропроводах до 73 кгс/см<sup>2</sup> відкриваються ШРУ-А. Через 3600 секунд ємність акумуляторних батарей вичерпується і регулятори ШРУ-А зупиняються в поточному положенні. Після спрацьовування АЗ реактора температура оболонок твел знижується до значення приблизно 289 °С і далі поступово зростає в міру погіршення тепловідводу через другий контур. Рівень в реакторі починає знижуватися на 7640 секунді внаслідок

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 160 |

початку роботи ІЗП КТ. З ростом температури теплоносія спостерігається зростання тиску першого контуру внаслідок температурного розширення теплоносія. При підвищенні тиску першого контуру до уставки відкриття контрольного клапана КТ на 5560 секунді аварії відбувається відкриття контрольного ІЗП КТ, а в подальшому - його періодичне спрацювання. Початок сталого розігріву активної зони починається через 9864 секунди після початку аварії при зниженні рівня в реакторі до 5.1 м. Порушення критерію прийнятності - підвищення максимальної температури зовнішньої поверхні оболонки твел до 1200 °С відбувається через 21160 секунд після початку аварії.

Результати аналізу показали, що для запобігання важкого пошкодження активної зони необхідно хоча б часткове відновлення ФБ, яка відмовила.

В рамках цього аналізу були розглянуті наступні протиаварійні заходи, спрямовані на запобігання пошкодженню активної зони:

- реалізація режиму «скидання-підживлення» шляхом відкриття контрольного запобіжного клапана компенсатора тиску і включення одного каналу САОЗ ВТ (з відновленням ФБ, яка відмовила);
- реалізація режиму «скидання-підживлення» за допомогою одного каналу підсистеми підживлення і клапанів системи аварійного газовидалення першого контуру (з відновленням ФБ, яка відмовила);
- організація підживлення парогенераторів за рахунок роботи одного аварійного живильного електронасоса (з відновленням ФБ, яка відмовила).

Виконаний аналіз показав, що при втраті електроживлення власних потреб і відмові ФБ «Забезпечення електропостачання» реалізація оперативним персоналом режиму «скидання-підживлення» або відновлення підживлення ПГ з частковим відновленням ФБ, яка відмовила, є ефективним способом для запобігання пошкодження активної зони реактора і досягнення стабілізації параметрів першого контуру.

При цьому, як показали розрахункові дослідження, при втраті електроживлення власних потреб і відмові ФБ «Забезпечення електропостачання» у оператора є як мінімум 3 години після початку аварії для прийняття рішення і виконання протиаварійних дій.

З результатів аналізу випливає, що для гарантованого запобігання пошкодження активної зони реактора у разі втрати нормального електроживлення з відмовою функції безпеки «Забезпечення електропостачання» досить організації оперативним персоналом розхолодження через перший контур шляхом реалізації режиму «скидання-підживлення» з відновленням мінімально необхідного набору обладнання, що відмовило.

#### **2.5.2.4.3.12 Розрив паропроводу з відмовою ФБ «Відведення тепла по другому контуру» (Втрата підживлення ПГ). Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Результати виконаних теплогідрравлічних аналізів для ЗПА «Розрив паропроводу за межами ГО до ШЗВК з втратою підживлення ПГ» показали, що виникнення розриву паропроводів з втратою підживлення ПГ за відсутності або неефективності дій



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 161 |

оперативного персоналу призводить до втрати тепловідведення від активної зони і, як результат, до її важкого пошкодження через ~ 3.5-4 години після виникнення ЗПА [41].

Розвиток даної ЗПА може бути розділений на дві фази:

- фаза 1 - від виникнення ЗПА до википання ПГ;
- фаза 2 - фаза втрати теплоносія першого контуру.

На першій фазі відбувається втрата теплоносія другого контуру і осушення ПГ. Внаслідок осушення ПГ відбувається втрата тепловідведення по другому контуру.

Розвиток другої фази даної ЗПА на якісному рівні аналогічний розвитку ЗПА «Втрата живильної води з відмовою ФБ «Відведення тепла по другому контуру». При цьому перебіг ЗПА, пов'язаної з розривом паропроводів, є більш «м'яким» в порівнянні з ЗПА «Втрата живильної води з відмовою ФБ «Відведення тепла по другому контуру».

З урахуванням виконаного порівняння можна зробити висновок, що дії ОП, визначені для ЗПА «Втрата живильної води з відмовою підживлення ПГ» в розділі 2.4.7.7.1.10 ФБ-5 [33] застосовні і для ЗПА «Розрив паропроводу за межами ГО до ШЗВК з втратою підживлення ПГ».

#### **2.5.2.4.3.13 Розриви паропроводів в межах і за межами ГО з відмовою ФБ «Управління реактивністю». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Результати розрахункового аналізу ЗПА «Розрив паропроводу в частині, яка не відсікається, за межами ГО з відмовою систем введення бору в перший контур» і «Розрив паропроводу в межах ГО з відмовою функції управління реактивністю» показали, що протікання цих ЗПА не супроводжується виходом РУ на повторну критичність і, як результат, призводить до важкого пошкодження активної зони внаслідок неможливості введення бору в перший контур.

Дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на ізоляцію аварійного ПГ по пару і живильній воді, підживлення парогенераторів і декомпресію першого контуру з організацією його підживлення від систем ТК і САОЗ.

Також слід зазначити, що втрата електропостачання власних потреб енергоблока в момент виникнення ЗПА істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

#### **2.5.2.4.3.14 Розрив паропроводу з відмовою ФБ «Ізоляція ПГ». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Як впливає з результатів аналізу, при аваріях з розривом паропроводу і відмовою ФБ «Ізоляція аварійного ПГ» за умови протікання такої ЗПА без втручання оперативного персоналу час до пошкодження активної зони реактора дорівнює ~ 8-9 годин. Перебіг даної ЗПА (без накладання знеструмлення) не супроводжується виходом реактора на повторну критичність.

Згідно з результатами розрахункового аналізу, найгірші наслідки спостерігаються при накладанні знеструмлення в момент початку аварії. При знеструмленні в момент ЗПА ГЦН всіх петель відключаються одночасно, тому витрати у всіх петлях не

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 162 |

змінюють напрямки, що, зокрема, обумовлює потрапляння «холодної» води аварійної петлі в активну зону реактора. Це призводить до більшого заохолодження, і, за рахунок ефектів реактивності, до більшого зменшення запасу підкритичності, в порівнянні з базовим сценарієм. При цьому досягається повторна критичність реактора і, як наслідок, зростання нейтронної потужності.

Підвищення потужності реактора більше 4% спостерігалось через 1.5 години після виникнення ЗПА. Більша кількість виділеної енергії може привести до більш раннього вичерпання запасів живильної води, що, в підсумку, призведе до більш раннього пошкодження активної зони.

Для запобігання пошкодження активної зони дії персоналу повинні бути спрямовані, перш за все, на організацію тепловідведення через другий контур за допомогою неаварійних ПГ. Для запобігання втрати живильної води ПГ, а також для припинення тривалого некерованого заохолодження першого контуру потрібно якомога раніше здійснити ізоляцію аварійного ПГ по живильній воді.

Для виключення потенційної можливості виходу реактора на повторну критичність потрібно якомога раніше створити необхідний запас підкритичності шляхом введення бору за допомогою високонапірної системи САОЗ ВТ ТQ14 і/або системи ТК (з баків ТВ10).

В кінцевому підсумку, в обох випадках, при відсутності дій оперативного персоналу важке пошкодження активної зони відбувається внаслідок втрати тепловідведення по другому контуру. Таким чином, можна зробити висновок, що дії оперативного персоналу, визначені в розділі 10.1.3.1.3 [41] застосовні і для даної ЗПА.

#### **2.5.2.4.3.15 Течі першого контуру без спрацьовування АЗ. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу**

При виникненні ЗПА, які пов'язані з течами першого контуру з відмовою АЗ, дії оперативного персоналу повинні бути спрямовані на переведення реактора в підкритичний стан.

Заходи щодо зниження потужності реактора і переведення його в підкритичний стан:

- введення бору від будь-яких наявних джерел і працездатних систем;
- введення в активну зону механічних поглиначів всіма доступними способами;
- регульований тепловідвід по другому контуру - без зниження температури першого контуру.

Після переведення РУ в підкритичний стан, при наявності додаткових відмов у роботі систем, доцільно виконання дій, визначені у розділі 10.1.1 [41]. Стратегії щодо запобігання важкого пошкодження активної зони будуть залежати від накладання додаткових відмов ФБ.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 163 |

#### **2.5.2.4.3.16 Перехідні процеси без спрацювання АЗ із щільним контуром. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Після ідентифікації виникнення ЗПА «Перехідний процес без спрацьовування АЗ з відмовою ФБ «Управління реактивністю» із щільним першим контуром» для створення умов, що забезпечують можливість переведення РУ в стан холодного зупину, дії оператора повинні бути спрямовані на:

- спробу примусового опускання ОР СУЗ;
- створення стояночної концентрації борної кислоти в I контурі.

Дії оперативного персоналу щодо запобігання важкому пошкодженню активної зони повинні бути спрямовані на:

- декомпресію першого контуру (за рахунок відкриття арматури САГ і контрольного клапана ІЗП КТ) і організацію підживлення першого контуру від САОЗ;
- відновлення працездатності хоча б одного АЖЕН.

Для кожної з перерахованих вище стратегій був виконаний аналіз ефективності їх реалізації. Реалізація кожної з перерахованих стратегій запобігає пошкодженню активної зони.

#### **2.5.2.4.4 Рекомендації до дій оперативного персоналу по управлінню ЗПА при роботі РУ на зниженому рівні потужності та в режимі зупину**

##### **2.5.2.4.4.1 Малі некомпенсовані течії 1-го контуру з відмовою ФБ «Відведення тепла по першому контуру». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Результати розрахункових аналізів показали, що відмова всіх САОЗ при виникненні течії першого контуру більше Ду50 в режимі «гарячого» зупину призведе до важкого пошкодження активної зони через ~ 1.5 години після виникнення ЗПА.

При даній ЗПА дії персоналу щодо запобігання важкому пошкодженню активної зони повинні бути спрямовані на відновлення обладнання, відмова якого призвела до деградації ФБ «Відведення залишкових енерговиділень» - відновлення роботи одного каналу САОЗ НТ по лінії планового розхолодження.

У разі неможливості відновлення ФБ, оперативний персонал, для запобігання важкого пошкодження активної зони, може організувати підживлення першого контуру з максимальною витратою. Підживлення першого контуру може здійснюватися системою ТК або принаймні від одного каналу САОЗ ВТ. Результати розрахункових аналізів [41] показують, що організація підживлення першого контуру навіть від системи ТК з виведенням теплоносія через САГ до початку стійкого розігріву активної зони (не пізніше ніж через ~ 1 годину після виникнення ЗПА) дозволяє запобігти важкому пошкодженню активної зони.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 164 |

| Розрахунковий сценарій /Ду <sup>1</sup>                                | 12   | 25   | 50                                    | 90                                    |
|--|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Теча першого контуру з відмовою САОЗ                                   | Відсутність пошкодження активної зони протягом 25 годин після виникнення ЗПА | Відсутність пошкодження активної зони протягом 20 годин після виникнення ЗПА | 1.5 години                            | 1.5 години                            |
| Теча першого контуру з відмовою САОЗ і організацією підживлення від ТК | -  | -  | Відсутність пошкодження активної зони | Відсутність пошкодження активної зони |

Також слід зазначити, що втрата електропостачання власних потреб енергоблока в момент даної ЗПА істотно не впливає ні на перебіг аварійного процесу, ні на дії оперативного персоналу.

#### **2.5.2.4.4.2 Теча з першого контуру за межі ГО з відмовою функції «Ізоляція першого контуру» для стану РУ з розущільненим першим контуром**

Розрив трубопроводу ремонтного розхолодження призводить до некомпенсованої втрати теплоносія першого контуру, різкого зниження рівня в реакторі і погіршення тепловідведення від палива [56, п.3.2.1.3]. Теча з трубопроводу планового або ремонтного розхолодження може бути визначена за фактом зниження рівня теплоносія в реакторі, а також за збільшенням температури теплоносія першого контуру. Виникнення даної течі призводить до відключення насоса САОЗ НТ, за фактом виникнення кавітації на всасі насоса.

Для запобігання пошкодження активної зони необхідне виконання функції відведення залишкових тепловиділень, але оскільки дії систем автоматики при проектному протіканні аварії не передбачені (для даного ЕС), то потрібні дії оперативного персоналу з управління аварією.

В рамках розрахункового аналізу були проаналізовані наступні протиаварійні заходи, спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони:

- організація підживлення першого контуру від САОЗ НТ (відновлення ФБ, яка відмовила).

З огляду на результати виконаного аналізу, для ЗПА «Теча першого контуру з відмовою ФБ «Теча з першого контуру за межі ГО з відмовою функції ізоляції першого контуру для стану РУ з розущільненим першим контуром» може бути визначений наступний набір дій оперативного персоналу, спрямований на запобігання важкому пошкодженню активної зони:

- вжити заходи по локалізації течі будь-яким доступним способом;
- організація підживлення першого контуру (відновлення працездатності каналу САОЗ НТ);

<sup>1</sup> При течах более 90 мм работа одного канала САОЗ НТ виконує спільну функцію підживлення першого контуру в діапазоні низького тиску і відведення залишкових енерговиділень

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 165 |

- своєчасне впровадження заходів щодо дозаповнення баків системи ТК (ТВ10В01,02), від якої може проводитися підживлення першого контуру.

При цьому необхідно зазначити, що умова локалізації течі є обов'язковою, так як дозволяє виключити вичерпання джерел підживлення. В іншому випадку пошкодження активної зони є неминучим. В якості тимчасового заходу може розглядатися організація підживлення першого контуру від системи підживлення, що допоможе збільшити запас часу на локалізацію течі і відновлення роботи активних САОЗ.

#### **2.5.2.4.4.3 Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання з відмовою ФБ «Відведення залишкових тепловиділень» для стану РУ з розуцільненим першим контуром**

Виникнення ЗПА «Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання» для ЕС зі знятою кришкою реактора призводить до відключення насоса САОЗ НТ, що працює в режимі відведення залишкових енерговиділень [56, п.3.2.1.6]. Відключення насоса призводить до порушення циркуляції теплоносія через активну зону реактора, збільшення температури оболонок твел і розігріву теплоносія першого контуру.

Невідновлення обладнання та відсутність підживлення призводять до закипання теплоносія, втрати запасу теплоносія, оголення активної зони і, як результат, важкого пошкодження активної зони.

Результати розрахункового аналізу показують, що для запобігання важкого пошкодження активної зони дії оперативного персоналу мають бути направлені на відновлення ФБ, яка відмовила. Як заходи щодо запобігання важкому пошкодженню активної зони розглянуті дії персоналу по відновленню підживлення першого контуру (відновлення роботи одного каналу САОЗ НТ, як мінімум на підживлення першого контуру). Як показують результати аналізу, успішні відновлювальні дії дозволяють уникнути важкого пошкодження активної зони і перевести реакторну установку в безпечний кінцевий стан.

Таким чином, в якості протиаварійних дій у разі повного знеструмлення для стану РУ з розуцільненим першим контуром є реалізація персоналом дій по підживленню першого контуру. При цьому обов'язковою умовою виконання даної стратегії є відновлення функції забезпечення електропостачання хоча б для мінімального набору обладнання, яке працездатне і може виконувати функцію підживлення першого контуру.

#### **2.5.2.4.4.4 Перехідні процеси з відмовою ФБ «Управління тиском другого контуру». Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Виникнення ЗПА «Втрата живильної води з відмовою функції управління тиском другого контуру» при відсутності дій оперативного персоналу призведе до важкого пошкодження активної зони при високому тиску внаслідок втрати підживлення ПГ і, як результат, втрати тепловідведення по другому контуру.

Згідно з результатами розрахункових аналізів [41] дана ЗПА має повільну динаміку розвитку. Якісно, перебіг даної ЗПА подібний до протіканням ЗПА «Втрата живильної води з відмовою ФБ «Тепловідведення по другому контуру» при роботі РУ на номінальному рівні потужності. З урахуванням вищезазначеного, можна зробити

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 166 |

висновок, що для даної ЗПА застосовні дії, визначені для ЗПА «Втрата живильної води з відмовою ФБ «Відведення тепла по другому контуру» при роботі РУ на номінальному рівні потужності:

- 1) організація тривалого підживлення другого контуру;
- 2) у разі, якщо відновлення підживлення другого контуру неможливо (або призводить до значних тимчасових затримок) оператору, паралельно з відновлювальними діями, доцільно почати процедуру «скидання-підживлення»;
- 3) якщо дії по п.п.1-2 не можуть з будь-яких причин бути реалізовані, оператор може після початку періодичних спрацьовувань ІЗП КТ повністю відкрити ШРУ-А неаварійних ПГ або організувати підживлення ПГ від альтернативних джерел. Дані дії не дозволять запобігти важкому пошкодженню активної зони, однак реалізація даних заходів дозволить збільшити запас часу до важкого пошкодження активної зони особливо з огляду на низькі значення залишкових енерговиділень.

З огляду на гранично низькі залишкові енерговиділення, всі запропоновані дії при даній ЗПА є прийнятними.

#### **2.5.2.4.4.5 Помилкове спрацьовування високонапірних систем з відмовою функції управління тиском першого контуру. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Результати аналізу протікання даної ЗПА показали, що після виявлення виникнення даної ЗПА дії персоналу зводяться до [210]:

- відключення насоса САОЗ ВТ;
- відключення насосів системи ТК;
- відновленню газової подушки в КТ і параметрів першого контуру (використовуючи систему аварійного газовидалення або лінію здування на ББ).

#### **2.5.2.4.4.6 Події, які виникли в експлуатаційному стані «Гідровипробування» з відмовою функції управління тиском першого контуру. Загальний опис ЗПА і рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

При виявленні даної ЗПА дії персоналу повинні бути спрямовані на відключення насосів системи ТК, забезпечення зниження тиску в першому контурі (шляхом відкриття арматури САГ або ІЗП КТ). Після зниження тиску 1-го контуру до значення включення САОЗ НТ, оператор повинен підключити САОЗ НТ на роботу по лінії планового розхолодження.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 167 |

**2.5.2.4.4.7 Випадкове зниження концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру з відмовою функції управління реактивністю. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Дії персоналу щодо запобігання важкого пошкодження активної зони повинні бути спрямовані на:

- встановлення причини зниження концентрації бору в підживлюючій воді і її усунення;
- створення/відновлення стояночної концентрації бору в першому контурі шляхом подачі борного концентрату в перший контур будь-якими доступними засобами (шляхом подачі борного концентрату в перший контур насосами САОЗ ВТ або системи TQ14);
- забезпечення зниження тиску в першому контурі до тиску, при якому можлива робота САОЗ НТ по лінії планового розхолодження;
- переведення реакторної установки в безпечний стан.

Результати аналізу даної ЗПА [210] вказали наявність запасу часу у оперативного персоналу на виконання протиаварійних заходів.

**2.5.2.4.4.8 Відмова ЛПР в стані «холодний» зупин. Рекомендації щодо дій оперативного персоналу, які спрямовані на запобігання важкому пошкодженню активної зони**

Моделюється відмова відводу тепла по ЛПР. У початковий момент перехідного процесу постулюється припинення роботи системи підживлення-продування. При зростанні тиску першого контуру моделюється спрацьовування ізоляції ЛПР.

За умовами сценарію, на 0 сек перехідного процесу відбувається відмова ЛПР в стані РУ «холодний» зупин. Згідно початкових умов даного вихідного стану, ПГ здреновані, у зв'язку з чим відсутня можливість розхолодження реактора через другий контур.

Втрата тепловідведення по ЛПР призводить до зростання температури теплоносія першого контуру, що, в свою чергу, є причиною швидкого зростання тиску (ефект температурного розширення теплоносія). Внаслідок підвищення тиску в першому контурі до  $18 \text{ кгс/см}^2$  відбувається ізоляція ЛПР. Відбувається відкриття робочих і контрольного ІЗП КТ по ЗХО «Температура теплоносія в будь-яких із гарячих петель (2 з 3-х) менше  $119^\circ\text{C}$ , тиск над активною зоною  $35 \text{ кгс/см}^2$  (2 з 3-х)» відповідно. Надалі спостерігається періодична робота робочих і контрольного ІЗП КТ в режимі ЗХО. Внаслідок подальшого зростання температури на  $\sim 3900$  сек знімаються умови захисту від «холодного опресування» і ІЗП КТ переходить в нормальний режим, продовжується зростання тиску першого контуру.

Після підвищення тиску понад  $186.5 \text{ кгс/см}^2$  починається періодична робота ІЗП КТ. До 25200сек теплоносії на виході з активної зони реактора починає кипіти. Це призводить до утворення парового пузиря під кришкою реактора. Втрата теплоносія через відкритий ІЗП КТ призводить до зниження рівня в реакторі, що, в підсумку, призводить до розігріву палива. Через  $\sim 30000$  сек після ВП зростання температури

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 168 |

оболонки твела стає незворотним і до  $\sim 32500$ сек перехідного процесу температура оболонки твела досягає  $1200^{\circ}\text{C}$  (порушення проєктної межі пошкодження твела).

При досягненні температури на виході з активної зони  $75^{\circ}\text{C}$  моделюється вхід в процедуру Р-1.1 та із затримкою в 15 хв моделюються дії з підтримання рівня КТ 1100см і тиску 1к використовуючи скидання по аварійних здувках YR з реактора на ББ. Дії ОП призводять до тимчасової стабілізації параметрів на інтервалі до  $\sim 7000$ сек, після чого скидання по аварійних здувках YR з реактора на ББ перестає бути достатнім і поновлюється зростання тиску 1к. До  $\sim 10300$ сек температура на виході з ТВЗ досягає  $180^{\circ}\text{C}$ , а тиск  $11 \text{ кгс/см}^2$ , після чого моделюються дії ОП по реалізації стратегії «скидання підживлення» по 1к:

- підживлення - подача т/н в 1к від одного насоса САОЗ ВТ;
- підживлення - подача т/н в 1к від одного насоса САОЗ НТ;
- скидання - відкриття лінії САГ з КТ на ББ і одного ІЗП КТ.

Подача т/н в 1к від одного насоса САОЗ ВТ призводить до короточасних коливань тиску на рівні  $\sim 11 \text{ кгс/см}^2$ , після чого тиск знижується. Відновлення тепловідведення призводить до зниження температури теплоносія першого контуру, стан РУ стабілізується при  $T_{\text{вих.а.з.}} = \sim 155^{\circ}\text{C}$ ,  $P_{1к} = \sim 7 \text{ кгс/см}^2$ , запас до насичення достатній. Параметри РУ після стабілізації не дозволяють виконати підключення ЛПР після усунення несправності, потрібні додаткові дії по зниженню температури 1к нижче  $150^{\circ}\text{C}$

#### **2.5.2.4.4.9 Втрата тепловідведення по ЛПР при розхолодженні РУ в стані «Зупин для випробувань». Як уникнути важкого пошкодження активної зони**

В якості вихідної події постулюється відключення насоса САОЗ НТ, що працює по ЛПР і моделюється відмова ізоляції ЛПР при зростанні тиску 1-го контуру. Тиск 1-го контуру регулюється за допомогою запобіжного клапана ЛПР, так само моделюються дії оператора щодо закриття продувки 2-го контуру і використання продувки 1-го контуру для компенсації температурних розширень теплоносія 1-го контуру і підтримання рівня КТ менш 1100см. Відведення тепла 2-го контуру відсутнє (ПСУ 2-го контуру закриті), відключення ГЦН моделюється після зниження запасу до насичення теплоносія 1-го контуру ( $dT_{\text{slk}} < 10^{\circ}\text{C}$ ). САОЗ ВТ та САОЗ НТ непрацездатні. ГЄ САОЗ відключені від 1-го контуру.

Втрата тепловідведення по ЛПР призводить до зростання температури теплоносія першого контуру, що, в свою чергу, є причиною кипіння і швидкого зростання тиску. Це призводить до утворення парового пузиря під кришкою реактора. Відключення ГЦН-2,4 - після зниження запасу до насичення теплоносія 1-го контуру ( $dT_{\text{slk}} < 10^{\circ}\text{C}$ ). Відкриття ЗК лінії планового розхолодження -  $P_{1к} = 22 \text{ кгс/см}^2$ . Початок періодичної роботи ЗК з підтримання тиску в першому контурі. Втрата теплоносія через відкритий ЗК лінії планового розхолодження призводить до зниження рівня в реакторі, що, в кінцевому підсумку, призводить до розігріву палива. Через  $\sim 14000$ сек після ВП зростання температури оболонки твела стає незворотним і до  $\sim 16029$ сек перехідного процесу температура оболонки твела досягає  $1200^{\circ}\text{C}$  (порушення проєктної межі пошкодження твела).



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 169 |

Дії оператора спрямовані на відкриття одного ШРУ-А і включення одного АЖЕН (в ПГ, через який ведеться розхолодження), що дозволяє стабілізувати параметри першого контуру і другого.

#### **2.5.2.4.5 Рекомендації до дій оперативного персоналу з управління ЗПА в ВСП і БВ**

З метою дотримання діючих вимог національних [42, 45] і міжнародних [48] НТД, в розділі 4 [56] наведені ВП, які перераховані/додані в рамках виконання АЗПА в БВ:

- Повне знеструмлення АЕС;
- Теча з БВ.

Для вузла свіжого палива і для басейну витримки перелік ВП практично збігається. Відмінності полягають в наявності/відсутності води в системах зберігання, а також в умовах аналізу:

- аварійне вивантаження активної зони;
- планове вивантаження частини активної зони;
- визначення мінімальних витрат підживлення для компенсації залишкових енерговиділень.

Умови для розрахункової моделі представляють набір параметрів стану систем і обладнання, що визначають нормальну експлуатацію БВ (стан БВ в момент виникнення ВП). Ці параметри можуть бути визначені шляхом безпосередніх вимірювань (наприклад, температура, рівень і т.д.), або шляхом розрахунку (наприклад, вигорання палива, потужність залишкових енерговиділень і т.д.). Формування набору початкових умов при виконанні розрахункових аналізів засноване на застосуванні реалістичного підходу.

Для випадку рівня зберігання забезпечується мінімальний запас часу до пошкодження палива. Для випадку рівня перевантаження зниження рівня в БВ до рівня зберігання буде залежати від залишкових енерговиділень всіх відсіків БВ і від об'єму води, який в свою чергу залежить від багатьох факторів, наприклад, наявності об'єднання БВ і БП. Після зниження рівня до 8.03 м, перехідний процес буде аналогічним випадку з рівнем перевантаження. Тому розглянутий тільки випадок з рівнем зберігання.

Розрахунок з визначенням мінімальних витрат підживлення БВ, необхідних для відведення залишкових енерговиділень, виконується в залежності від температури води підживлення і температури на виході з БВ, при якій відбувається стабілізація параметрів.

В якості вихідної події «Теча в БВ» розглядається розрив трубопроводу дренажу міжоблицювального простору БВ діаметром 38 мм, при розриві якого гіпотетично можливе повне спустошення БВ. Також передбачається, що внутрішнє облицювання БВ не є щільним, і теплоносій через простір, який дренажується між облицюванням виноситься в течу. Зазначене поєднання умов призводить до неізолюваної течі теплоносія з БВ еквівалентним діаметром 38 мм. Через зниження рівня теплоносія в БВ до осі всмоктуючих патрубків, передбачається, що насос розхолодження БВ, який знаходиться в роботі, зупиняється в момент виникнення ВП.

За аналогією з ВП «Повне знеструмлення» для ВП «Теча з БВ» вибір витрати підживлення БВ при реалізації зазначених стратегій ґрунтується на результатах

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 170 |

розрахунку [56], які визначають мінімальну витрату підживлення БВ, яка необхідна для стабілізації температури на виході з БВ при різних температурах води, яка подається, і потужностях БВ. Різниця полягає лише в тому, що до значень в зазначених розрахунках, додана витрата для компенсації течі. Величина витрати в течу обрана з розрахунку ВП «Теча з БВ» і становить  $\sim 11.9$  кг/с ( $\sim 43$  т/год) [56].

Розрахункові аналізи базових сценаріїв аварій в БВ без урахування дій оперативного персоналу, показали що відбувається порушення критерію прийнятності по температурі зовнішньої поверхні оболонок твел (1200 С). Для зазначених сценаріїв визначені умови пошкодження палива в БВ. Також розглянуті та обґрунтовані стратегії відновлюючих дій, що забезпечують збереження цілісності палива в БВ.

У всіх сценаріях з діями оперативного персоналу по реалізації стратегій «скидання-підживлення» і стратегії «компенсація кипіння», на момент закінчення розрахунку відбувається стабілізація параметрів у відсіку БВ, що підтверджує ефективність стратегій.

В [56] представлені розрахунки мінімальних витрат підживлення БВ при погіршенні тепловідведення для стабілізації температури на виході БВ не більше 70, 80 і 90°C відповідно, тобто з реалізацією стратегії «підживлення-скидання», а також представлені результати розрахунків мінімальних витрат підживлення БВ при погіршенні тепловідведення для реалізації стратегії «компенсація кипіння».

Даний підхід дозволить не тільки забезпечити відведення залишкових енерговиділень, а й відновити і підтримувати рівень в БВ на рівні трубопроводів переливання.

### **2.5.2.5 Оцінка радіаційних наслідків**

Для енергоблока №5 ЗАЕС виконано оцінку радіаційних наслідків запроектованих аварій для стану РУ зі знятою кришкою реактора, які пов'язані з найбільш значними викидами радіоактивних матеріалів за межі гермооб'єму (п. 4.9.2.3 [231]).

Наведені нижче значення ефективної дози опромінення всього тіла за рахунок зовнішнього й внутрішнього опромінення, еквівалентної дози опромінення щитовидної залози й відкритих ділянок шкіри визначено для населення, яке мешкає за межею санітарно-захисної зони при найбільш консервативному варіанті погодних умов.

За умови, що температура палива не перевищила 1200°C (викид теплоносія 1-го контуру):

- ефективна доза опромінення всього тіла –  $6.48E-01$  мЗв;
- доза опромінення щитовидної залози –  $5.73E-01$  мГр;
- доза на відкриті ділянки шкіри –  $1.22E-03$  мГр.

За умови досягнення температури 1200°C:

- ефективна доза опромінення всього тіла –  $4.72E+05$  мЗв;
- доза опромінення щитовидної залози –  $3,95E+03$  мГр;
- доза на відкриті ділянки шкіри –  $7,29E+01$  мГр.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 171 |

Відповідно до НП 306.2.173-2011 «Вимоги щодо визначення розмірів і меж зони спостереження атомної електричної станції» [232] зі змінами (Наказ ДІЯРУ №206/765 від 23.11.2015 «Про внесення змін до Вимог щодо визначення розмірів і меж зони спостереження атомної електричної станції») в рамках періодичної переоцінки безпеки діючих АЕС підтверджується достатність встановленого проєктом розміру ЗС наступній вимозі:

- при запроєктних аваріях [34], частота яких дорівнює або перевищує значення показників, які встановлені відповідно до підпункту 4.1.1 документа НП 306.2.141-2008 [3], дози опромінення населення на кордоні ЗС і за її межами не повинні перевищувати критеріїв введення невідкладних контрзаходів (нижніх меж виправданості) - евакуації і йодної профілактики, а саме:

- ефективна доза на все тіло-50 мЗв;
- доза опромінення щитовидної залози дітей - 50 мГр;
- доза опромінення щитовидної залози дорослих - 200 мГр;
- доза опромінення на шкіру - 500 мГр.

Якщо розуміти величину частоти запроєктних аварій, яка прийнята для визначення радіаційних параметрів на кордоні ЗС, в контексті п. 4.1.1 НП 306.2.141-2008 [3], то це частота граничного аварійного викиду для діючих АЕС, яка не повинна перевищувати  $10^{-5}$  на реактор/рік. Найбільш консервативними, з точки зору радіаційних викидів є три граничних випадки:

- аварії з порушенням цілісності оболонок твел зі збереженням герметичності приміщень ГО;
- аварії зі збереженням цілісності оболонок твел з порушенням герметичності приміщень ГО з течею з першого контуру в другий («найгірший» випадок - великі течі з першого в другий контур);
- аварії з порушенням цілісності оболонок твел і розуцільненням ГО.

Для оцінки радіаційних наслідків при аваріях з порушенням цілісності оболонок твел зі збереженням герметичності приміщень ГО і для аварій пов'язаних з течею з першого контуру в другий, які не супроводжуються ушкодженням палива, розглядалися результати розрахунків радіаційних наслідків виконаних в аналізі проєктних аварій для енергоблоку №5 ЗАЕС. Такий підхід обумовлений тим, що для аварій без важкого ушкодження активної зони формування радіоактивних викидів обумовлено тими ж основними вкладниками, що і для проєктних аварій. У разі теч першого контуру всередині ГО («найгірший» випадок - максимальна проєктна аварія), вихід радіоактивності в приміщення ГО буде, в гіршому випадку, включати активність першого контуру і газового зазору розуцільнених твел. Далі величина радіоактивних викидів з приміщень ГО в навколишнє середовище буде визначатися величиною витоку через існуючі нещільності ГО. У разі течі за межі ГО («найгірший» випадок - великі течі з першого в другий контур) значення викидів в навколишнє середовище будуть визначатися величиною активності, яка винесена з теплоносієм першого контуру.

В рамках робіт з аналізу проєктних аварій для енергоблоку №5 ЗАЕС був виконаний аналіз радіаційних наслідків для найбільш несприятливих випадків:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 172 |

- максимальної проєктної аварії;
- аварії з відривом кришки колектора ПГ.

У цих розрахункових аналізах приймалися консервативні припущення, які приводили до збільшення інтенсивності виносу теплоносія першого контур і мінімізації ефективності систем очищення радіаційного середовища. Результати цих аналізів показали виконання прийнятих критеріїв прийнятності. Таким чином, можна зробити висновок, що при запроєктних аваріях без важкого пошкодження активної зони радіаційні наслідки не будуть перевищувати граничні значення, які були отриманні в рамках аналізу проєктних аварій для енергоблоку №5 ЗАЕС.

Відповідно до вимог документа НП 306.2.173-2011 [232], були обґрунтовані існуючі розміри зони спостереження.

### **2.5.2.6 Аналіз важких аварій**

Метою аналізу важких аварій є розгляд аварійних сценаріїв з важким пошкодженням активної зони, які характеризуються множинними відмовами в елементах систем безпеки. У результаті розгляду таких сценаріїв повинні бути розроблені стратегії керування важкими аваріями, що дозволяють досягти наступних цілей згідно з програмою робіт з аналізу важких аварій [35]:

- припинення пошкодження активної зони на ранній стадії розвитку (рівень 4 глибокоешелонованого захисту (ГЕЗ));
- підтримка локалізаційної здатності ГО настільки довго, наскільки це можливо (рівень 4 ГЕЗ);
- мінімізація наслідків радіаційного викиду, як на майданчику, так і за його межами (рівні 4 і 5 ГЕЗ).

Обсяг робіт з аналізу важких аварій включає виконання аналітичних обґрунтувань і розробку матеріалів, що демонструють досягнення цілей управління важкою аварією, зазначених вище, а також розробку на цій основі керівництв з управління важкими аваріями (КУВА).

Згідно [35] для типу РУ В-320 передбачене виконання АВА й впровадження КУВА в повному обсязі для пілотного енергоблока №1 ЗАЕС із наступною адаптацією на інші енергоблоки.

Для виконання АВА використовуються результати розробки ІАБ, АЗПА і ІЛА.

За результатами ІАБ виконується наступне:

- визначаються аварійні послідовності, що призводять до пошкодження активної зони і їх імовірності;
- розглядаються основні феномени, що виникають при важких аваріях, без урахування можливих дій персоналу;
- визначаються параметри середовища в приміщеннях енергоблоків при важких аваріях, що впливають на роботу обладнання;
- визначаються шляхи виходу й поширення радіонуклідів в активній зоні, обладнанні першого й другого контурів, ГО й за її межами.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 173 |

Отримані результати використовуються для складання переліку аварійних сценаріїв з важким пошкодженням активної зони з урахуванням імовірності виникнення. За результатами АЗПА виконується наступне:

- визначаються запроєктні аварії, для яких вживання превентивних заходів керування виявляється недостатньо ефективним з погляду запобігання переходу аварії у важку фазу;
- визначаються границі можливостей використання обладнання для реалізації заходів щодо керування ЗПА;
- рекомендації з керування ЗПА використовуються при обґрунтуванні ІЛА й, таким чином, завершують реалізацію аварійних процедур до моменту пошкодження активної зони, що значною мірою визначає умови переходу на управління важкими аваріями.

Отримані результати АЗПА використовуються для вибору й обґрунтування аварійних сценаріїв, для яких керуючі заходи недостатні з точки зору запобігання пошкодженню активної зони.

Матеріали ІЛА використовуються з точки зору діагностичних можливостей визначення стану енергоблока, а також у якості додаткової аргументації при обґрунтуванні аварійних сценаріїв, для яких превентивні заходи недостатні для запобігання пошкодженню активної зони.

Для енергоблока №1 ЗАЕС на номінальному рівні потужності були розроблені й погоджені з Держатомрегулювання аналіз вразливості енергоблока [37] і аналітичне обґрунтування КУВА для номінального рівня потужності [38], стану зупину й басейну витримки [39,40]. Крім того, погоджені адаптовані на підставі [36] КУВА для номінального рівня потужності для непілотних енергоблоків №2-6 ЗАЕС (лист ДІЯРУ № 15-32/4-1/7536 від 24.11.2015). Для енергоблока №5 ЗАЕС аналіз вразливості не виконувався. У рамках аналізу відмінностей, виконаного в ФБ-5 [33] з урахуванням [36], не виявлено значимих відмінностей між енергоблоками №1 і №5 ЗАЕС, що впливають на АВА й можливість використання АО і ТО КУВА пілотного енергоблока.

Керівництво з управління важкими аваріями для енергоблока №5 ЗАЕС адаптовано на підставі [36] відповідно до аналітичного й технічного обґрунтування [38,40] стратегій управління важкою аварією, з урахуванням виконаних верифікації й валідації КУВА. При розробці й технічних обґрунтувань КУВА враховується існуюче на енергоблоках №2-6 ЗАЕС обладнання. При впровадженні додаткових модернізацій, спрямованих на підвищення ефективності стратегій управління ВА, розроблена версія КУВА повинна бути модифікована.

#### **2.5.2.6.1 Результати аналізів важких аварій**

Результати аналізу важких аварій ґрунтуються на результатах, отриманих для пілотного енергоблока № 1 ЗАЕС в рамках програми робіт з аналізу важких аварій та розробки керівництв з управління важкими аваріями, з підтвердженням їх застосовності для енергоблока № 5 ЗАЕС [38], [40], [294] і аналізом впливу впровадження палива ТВЗ-WR (див. додаток А [33]).

**Стратегія «Вприс в ГО»** переслідує такі цілі:

|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 174 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• запобігти загрозі цілісності герметичного огороження, що виникає за рахунок високого тиску в герметичних приміщеннях;</li> <li>• запобігти загрозі руйнування проходок в захисній оболонці;</li> <li>• мінімізувати загрози обладнанню та засобам вимірювання, що розташовані в герметичних приміщеннях, які виникають за рахунок погіршених умов в цих приміщеннях;</li> <li>• зменшити концентрацію продуктів поділу в атмосфері герметичного огороження;</li> <li>• пом'якшити радіаційні наслідки, викликані виходом продуктів поділу з герметичного огороження.</li> </ul> <p>Загрози цілісності герметичного огороження можуть бути викликані високим тиском (загроза структурної цілісності), розрідженням в ГО (0,7 кгс/см<sup>2</sup> нижня аварійна межа) і високою температурою (загроза цілісності матеріалів проходок) атмосфери герметичного огороження.</p> <p>Для зниження тиску в герметичних приміщеннях використовуються вприскування під захисну оболонку і вентиляція герметичних приміщень.</p> <p>Зі стратегією управління умовами в герметичних приміщеннях пов'язані три можливих і значних негативних наслідки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• горіння водню;</li> <li>• недостатня кількість води для роботи вприску;</li> <li>• викид радіоактивних газів в навколишнє середовище.</li> </ul> <p>Наявність пари в атмосфері герметичного огороження може запобігти загорянню водню. Однак, якщо в роботі знаходиться вприск, то конденсація пари призводить до збільшення концентрації водню, що може привести до його займання. Засобом мінімізації негативних наслідків є зменшення витрат вприску, якщо ці заходи практично здійсненні.</p> <p>Питання щодо недостатності кількості води для роботи вприску може виникнути, якщо одночасно здійснюється подача води насосами САОЗ ВТ або НТ з бака-прямка герметичного огороження. Якщо немає додаткових теч з першого контуру за межі герметичного огороження, то рециркуляція води бака-прямка дозволяє здійснювати повернення води в бак-прямок, незважаючи на деякі втрати води бака-прямка на підлозі окремих герметичних приміщень. Крім того, частина води в ГО може знаходитися у вигляді пари і не брати участь в циркуляції. У разі, якщо є додаткова теча з першого контуру за межі герметичного огороження, запаси води в баку-прямку для роботи вприску і насосів САОЗ можуть виявитися недостатніми.</p> <p>Відкриті системи вентиляції призводять до викиду радіоактивних газів в навколишнє середовище.</p> <p>Наслідки незастосування стратегії для зменшення концентрації продуктів ділення в атмосфері герметичного огороження і виходу продуктів поділу з-під захисної оболонки очевидні. При підвищенні тиску в герметичних приміщеннях буде збільшуватися вихід продуктів поділу через нещільності захисної оболонки.</p> <p>Необхідно відзначити, що при реалізації стратегії «Вприск в ГО» необхідно враховувати можливість виникнення ситуації, при якій можлива відмова ГО внаслідок</p> |   |          |

|  |  |          |
|--|--|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  |  | Стр. 175 |
| <p>розрідження. Робота спринклерної системи може знизити тиск в ГО до значення, визначеного початковою масою неконденсованих газів в атмосфері і парціальним тиском водяної пари при температурі технічної води в теплообміннику САОЗ (мінімальна температура спринклерного розчину). Так, наприклад, застосування стратегії «Скидання середовища з ГО» призведе до викиду разом з воднем частини повітря. Зменшення кількості повітря в ГО може привести до створення умов, при яких, у разі застосування спринклерної системи, можливе зниження тиску в ГО до <math>0,7 \text{ кгс/см}^2</math>, що призведе до загрози його цілісності.</p> |  |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 176 |

## Стратегія «Управління концентрацією водню в ГО»

Дана стратегія спрямована на збереження цілісності ГО. Необхідність реалізації даної стратегії не залежить від успіху чи неуспіху реалізації інших стратегій з управління важкими аваріями.

Дана стратегія може бути реалізована кількома шляхами:

- зниженням концентрації водню за рахунок роботи рекомбінаторів водню;
- зниженням концентрації водню за рахунок роботи допалювачів водню;
- створенням інертних параметрів середовища в ГО;
- введенням інгібітора в атмосферу ГО.

При важких аваріях водень з'являється з різних джерел. Основним з них є пароцирконієва реакція. Інші джерела - це взаємодія розплаву з бетоном і металевого розплаву з водою. Крім того, радіоліз води і корозія різних металів призводять, в довгостроковій перспективі, до виділення значних мас водню.

Горіння водню при важких аваріях створює загрозу цілісності захисної оболонки і життєздатності систем безпеки. Горіння створює як теплові навантаження на захисну оболонку, так і механічні (підвищення тиску). Можливі два типи механічних навантажень: квазістатичні і динамічні. Квазістатичні навантаження мають місце при дефлаграційному режимі горіння. Динамічні навантаження виникають внаслідок детонації.

Водень і пара, що виникають в першому контурі, виходять в герметичне огороження через розриви або відкриті клапани. Розподіл газів по герметичним приміщенням є надзвичайно складним процесом, на який впливає багато чинників. Адекватний опис цього процесу дуже важливий, так як він визначає подальше горіння суміші газів.

Таким чином, для запобігання руйнуванню захисної оболонки через спалах водню застосовується стратегія «Управління концентрацією водню в ГО».

Результати аналізу показали, що робота ПАР дозволяє знизити концентрацію водню на ранніх стадіях аварії. На більш пізніх стадіях аварії, після зниження концентрації кисню, внаслідок рекомбінації водню, відбувається накопичення водню в приміщеннях ГО. За умови низької концентрації кисню або високої концентрації водяної пари горіння або вибух водню неможливий. Проте, наявність великої кількості водню в ГО на більш пізніх стадіях аварії може привести до горіння/детонації водню. Причиною цього може бути зниження концентрації водяної пари внаслідок її конденсації і збільшення концентрації кисню за рахунок притоку з навколишнього середовища.

На момент розробки КУВА пілотного енергоблоку №1 ЗАЕС були відсутні спеціальні технічні засоби для зниження концентрації водню в герметичних приміщеннях. Проте, у разі модернізації енергоблоку, буде можливе використання пасивних автокаталітичних рекомбінаторів. Як показує розрахунковий аналіз використання пасивних автокаталітичних рекомбінаторів дозволяє ефективно знизити концентрацію водню, запобігаючи можливому горінню або детонації в приміщеннях ГО.

В якості негативних наслідків застосовуваної стратегії можна відзначити більш активне зростання тиску в ГО. Так, наприклад, для знеструмлення, максимальний тиск в ГО становить  $4.7 \text{ кгс/см}^2$  (з урахуванням ПАР) і  $4.3 \text{ кгс/см}^2$ .



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 177 |

### **Стратегія «Підживлення першого контуру»**

Подача води в перший контур здійснюється з метою:

- відведення енергії, накопиченої в активній зоні після її оголення;
- запобігання або відтермінування пошкодження корпусу реактора;
- забезпечення заливу шару розплаву/уламків активної зони, для змивання продуктів ділення;
  - забезпечення механізму відведення залишкового енерговиділення постійною подачею води, її випаровуванням і виходом пари через розриви першого контуру.

Успіх цієї стратегії залежить від часу подачі і витрати води, що подається. На ранніх стадіях пошкодження активної зони подача великої кількості води швидко охолодить перегріту активну зону. Кількість пари, що утворюється не суттєво підвищить тиск в першому контурі і не призведе до утворення значної кількості водню. При менших витратах подачі води охолодження активної зони буде більш повільним. Утворюється додаткова кількість водню. Окрихчене паливо і оболонка можуть розтріскатися. подача дуже малих витрат води може бути недостатньою для охолодження активної зони. У той же час утворюється значна кількість водню, а розвиток важкої аварії може навіть пришвидчитись.

Якщо вода подається у сильно зруйновану активну зону, можливість зупинити процес плавлення зони істотно зменшується. подача води в цей період часу збільшить генерацію пари і вихід водню в результаті пароцирконієвої реакції, що збільшує загрозу цілісності захисної оболонки. Крім того, навіть при великих витратах води імовірність охолодження активної зони істотно залежить від конфігурації розплаву/уламків активної зони.

У будь-якому випадку подача води в активну зону сприяє змиву продуктів поділу, що виходять з палива.

Наслідки незастосування даної стратегії очевидні: якщо не вдається забезпечити достатню подачу борного розчину в перший контур, відбувається подальше плавлення активної зони, її переміщення в нижню частину корпусу реактора, що може призвести до пошкодження корпусу реактора з виходом розплаву в підреакторну шахту.

Слід зазначити, що стратегія подачі борного розчину від САОЗ НТ не потребує додаткового аналітичного обґрунтування, так як витрата подачі від САОЗ НТ перевищує як витрату від підживлення 1 контуру, так і витрату від САОЗ ВТ.

### **Стратегія «Підживлення ІІІ»**

Дана стратегія спрямована на збереження цілісності першого контуру. Крім того, реалізація даної стратегії у разі байпасування ГО в результаті течі з першого контуру в другий буде одним з небагатьох способів зменшення величини радіоактивного викиду в навколишнє середовище.

При виконанні аналітичних обґрунтувань стратегії були розглянуті наступні джерела підживлення:

- АЖЕН;
- мобільне джерело підживлення другого контуру.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 178 |

За результатами аналітичного обґрунтування можна зробити висновок, що реалізація даної стратегії дозволяє поліпшити тепловідвід від першого контуру в другий, що призводить до збільшення запасу часу до відмови корпусу реактора або до запобігання його відмови. При цьому уникнути важкого пошкодження активної зони і подальшої відмови ГО у разі застосування тільки цієї стратегії не вдасться.

### **Стратегія «Зниження тиску в першому контурі»**

Дана стратегія спрямована на збереження цілісності корпусу реактора. Реалізація даної стратегії спрямована на зниження тиску в першому контурі і створення умов для подачі в нього охолоджуючого теплоносія, тим самим забезпечивши можливість виконання стратегії «Подача/вприск води в перший контур».

Зниження тиску в першому контурі виконується з метою:

- запобігти виходу розплаву з корпусу реактора при високому тиску;
- запобігти руйнуванню трубок ПГ і дихального трубопроводу;
- забезпечити подачу борного розчину від насосів САОЗ;
- знизити тиск в першому контурі до рівня тиску в другому контурі, звівши до мінімуму перетікання з першого контуру в другий в разі міжконтурної течії.

Однією з основних цілей зниження тиску в першому контурі є запобігання руйнуванню елементів першого контуру. У процесі протікання важкої аварії трубопроводу першого контуру такі як, трубки парогенератора або дихальний трубопровід, знаходяться під дією високої температури, обумовленої виходом газів з оголеної активної зони і потраплянням розплаву на днище корпусу реактора. При цьому з ростом різниці тисків між першим контуром і парогенераторами зростає ймовірність пошкодження трубок парогенераторів за рахунок високотемпературної повзучості. Вразливим виявляється також з'єднання дихального трубопроводу з гарячою ниткою петлі першого контуру.

Важливою метою примусової декомпресії першого контуру є запобігання прямого нагріву герметичного огороження за рахунок розсіювання розплаву активної зони при виході з корпусу реактора при високому тиску в першому контурі. Граничне значення тиску першого контуру, при якому не буде відбуватися розсіювання розплаву, залежить від конфігурації підреакторної шахти. З урахуванням можливих невизначеностей в граничному значенні тиску вважається, що необхідно знизити тиск в першому контурі до 2 МПа.

Високий тиск в першому контурі при важкій аварії можливий у разі порушення тепловідведення до другого контуру при повній втраті живильної води в ПГ або при знеструмленні РУ, що в свою чергу також призводить до втрати тепловідведення РУ і зростання тиску в 1 контурі. У цих випадках для ефективної подачі води від системи САОЗ необхідно примусове зниження тиску в першому контурі.

По відношенню до герметичного огороження наслідки залежать від його стану в період реалізації стратегії. Якщо є тепловідвід від ГО, і ГО герметичне, то негативні наслідки можливі з точки зору досягнення вибухонебезпечної концентрації водню і загрози цілісності ГО. Якщо тепловідвід від ГО відсутній, то зниження тиску шляхом відкриття запобіжних клапанів приведе до збільшення виходу пари в герметичне огороження, до зростання тиску і, тим самим, до зростання загрози цілісності захисної

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 179 |

оболонки, а у разі руйнування ГО – до виходу продуктів поділу в обстройку і навколишнє середовище.

Якщо зниження тиску в першому контурі відбувається шляхом відкриття запобіжних клапанів компенсатора тиску, то одна з основних невизначеностей при реалізації даної стратегії пов'язана з виходом водню в герметичне огороження. Відкриття запобіжних клапанів КТ призведе до виходу пари в атмосферу герметичного огороження, зробить герметичне огороження більш інертним і тим самим знизить можливість горіння водню. З іншого боку, водень може надходити в герметичне огороження через відкриті запобіжні клапани, що сприяє підвищенню його концентрації в герметичних приміщеннях, і його можливого горінню або детонації.

### **Стратегія «Скидання середовища з ГО»**

Стратегія «Скидання середовища з ГО» застосовується в наступних цілях:

- запобігти загрози втрати цілісності герметичного огороження, що виникає за рахунок високого тиску в герметичних приміщеннях;
- запобігти загрози руйнування проходок в захисній оболонці.
- мінімізувати загрози обладнанню та засобам вимірювання, розташованим в герметичних приміщеннях, які виникають за рахунок погіршених умов в цих приміщеннях.
- зменшити концентрацію продуктів поділу в атмосфері герметичного огороження.

Загрози цілісності герметичного огороження можуть бути викликані високим тиском (загроза структурної цілісності) і високою температурою (загроза цілісності матеріалів проходок) атмосфери герметичного огороження.

Для зниження тиску в герметичних приміщеннях використовуються вприск під захисну оболонку і вентиляція герметичних приміщень.

Розглянута стратегія скидання середовища з ГО має як негативні, так і позитивні наслідки.

До негативних наслідків відноситься викид радіоактивних газів в навколишнє середовище через систему вентиляції. Кількість викинутих газів залежить від часу відкриття арматури системи вентиляції і тривалості відкриття даної арматури. Для мінімізації величини викиду в розрахунковому аналізі розглядався найбільш критичний, з точки зору цілісності ГО, момент часу, а саме, момент досягнення тиску в ГО  $5 \text{ кгс/см}^2$ . Для всіх сценаріїв, представлених в даному розділі кількість викиду в навколишнє середовище не перевищує 13 кг.

Позитивним наслідком є збереження цілісності ГО, загроза якої може виникнути внаслідок зростання тиску в приміщеннях ГО.

Іншим позитивним наслідком є зниження концентрації водню, що зменшує ймовірність детонації і також сприяє збереженню цілісності ГО.

В цілому розрахунковий аналіз показав, що дана стратегія досить ефективно дозволяє знизити тиск в ГО і запобігти загрози цілісності ГО.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 180 |

### **Стратегія «Охолодження розплаву поза корпусом реактора»**

Стратегія охолодження розплаву поза корпусом реактора переслідує такі цілі:

- знизити температуру розплаву в шахті реактора;
- запобігти температурному руйнуванню каналів іонізаційних камер;
- не допустити розгерметизації ГО.

Однією з основних цілей даної стратегії є збереження цілісності ГО. Після руйнування днища реактора можливі наступні ситуації:

- локалізація розплаву в шахті реактора;
- вихід розплаву за межі ГО через зруйновані канали іонізаційних камер.

Важливою метою даної стратегії є запобігання прямого нагріву ГО за рахунок розсіювання розплаву активної зони при виході з корпусу реактора з подальшим охолодженням розплаву від САОЗ. Тиск в першому контурі, внаслідок руйнування днища реактора досить швидко знизиться до тиску подачі від насосів і гідроємностей САОЗ.

По відношенню до герметичного огороження подача від САОЗ з одного боку сприяє охолодженню розплаву і знижує імовірність руйнування ГО. З іншого боку інтенсивне пароутворення, внаслідок подання від САОЗ може привести до парового вибуху в ГО.

Також до позитивних наслідків слід віднести те, що збільшення паровмісту в атмосфері ГО зробить герметичне огороження більш інертним і тим самим знизить можливість горіння водню.

### **Стратегія «Локалізація ГО»<sup>1</sup>**

Дана стратегія спрямована на зниження і подальше запобігання викиду радіоактивності за межі ГО.

Дії даної стратегії спрямовані на закриття будь-якої арматури, яка відмежовує ГО від навколишнього середовища.

Таким чином, основна мета даної стратегії - забезпечити цілісність останнього бар'єру безпеки – герметичності захисної оболонки.

Герметичність захисної оболонки може бути порушена за рахунок відмови ізолюючої арматури або за рахунок відмови самої захисної оболонки. У першому випадку герметичність захисної оболонки може бути відновлена в разі закриття арматури, що відмовила. У другому випадку захисна оболонка виконує свою функцію бар'єру на шляху поширення продуктів поділу лише частково.

Виконання розрахункових аналізів направлено на підтвердження наступного позитивного ефекту реалізації даної стратегії - зниження або повне запобігання радіоактивного викиду за межі ГО.

### **Стратегія «Підживлення БВ»**

Розвиток важких аварій супроводжується процесами плавлення і руйнування палива в БВ. Дані процеси обумовлені втратою тепловідведення від ядерного палива, яке

<sup>1</sup> Характерна для важких аварій для стану «зупин» зі знятою кришкою реактора.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 181 |

розташоване в басейні витримки, яка може бути викликана втратою насосів охолодження.

Для БВ можна виділити три основні фази розвитку важкої аварії:

- рання - початковий розігрів і плавлення палива в БВ;
- пізня - руйнування опорної плити стелажа аварійного відсіку БВ внаслідок її проплавлення;
- остання стадія - відмова ГО внаслідок переопресування.

На ранній стадії аварії відбувається втрата охолодження палива в БВ і, як результат, повне оголення частини ВТВЗ, що обігривається. В процесі осушення БВ відбувається зростання температури твел, в результаті чого відбувається розбухання і розгерметизація оболонок твел. Крім того, зростання температури в БВ призводить до початку пароцирконієвої реакції. Тепло, що генерується при цій екзотермічній реакції, додається до енергії залишкових енерговиділень, і інтенсивність росту температури оболонок твел після початку окислення цирконію значно збільшується.

При подальшому зростанні температури в БВ може мати місце локальне плавлення оболонок твел, в результаті чого починається утворення «крапель» розплавленого матеріалу. При стікання деяких з них в нижню частину БВ може відбуватися затвердіння розплавлених матеріалів і блокування прохідних перетинів і зазорів між оболонками твел.

Виходячи з вищенаведеного опису руйнування палива в відсіку БВ можна зробити висновок, що єдиним ефективним заходом для запобігання даного процесу і відновлення тепловідведення є своєчасна подача теплоносія в БВ. Успішна реалізація даної стратегії дозволить локалізувати розплав всередині відсіку БВ і дозволить запобігти виникненню або пом'якшить перебіг інших феноменів, які можуть привести до втрати цілісності ГО. При цьому ефективність реалізації стратегії з подачею води в БВ залежить від часу подачі теплоносія і його витрати.

Найбільш ефективною буде реалізація даної стратегії на ранніх стадіях ВА. Подача води в БВ у великих кількостях повинна швидко охолодити паливо і запобігти відмові підлоги аварійного відсіку БВ.

#### **2.5.2.6.2 Оцінка радіаційних наслідків**

Розрахунки радіаційних наслідків важких аварій для різних відстаней від аварійного енергоблока проводилися в рамках робіт по розробці КУВА [252] з метою визначення безумовно виправданих рівнів втручання, таких як евакуація - на ранній фазі розвитку аварій і переселення на фазі аварії, коли вже сформувався радіоактивний слід викиду. Критерії прийняття рішень відповідали Таб П7.1 і Таб. П8.1 [13]. Як видно з результатів розрахунків, аварії без виконання дій з управління ВА (п.3.1 та п.3.2 [252]) мають найбільш важкі радіаційні наслідки, які вимагають застосування таких невідкладних і довгострокових захисних заходів як евакуація і переселення населення по осі викиду на відстані від аварійного енергоблока 30 км і більше. Для сценаріїв, в яких враховуються дії з управління ВА, радіаційні наслідки для населення були в різному ступені пом'якшені. Для сценарію зі збереженням цілісності ГО (п.3.5 та п.3.6 [252]) дії з управління ВА дозволили знизити радіаційні наслідки для населення аж до рівнів, при яких не потрібно застосування будь-яких захисних заходів.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 182 |

При розгляді результатів аналізу радіаційних наслідків слід взяти до уваги, що розрахунки виконувались для найгірших погодних умов в припущенні низьковисотного викиду, в разі більш сприятливих погодних умов (наприклад, при умовах атмосферного перемішування, які відповідають категорії А по Пасквілу), дози і відповідно густина забруднення будуть істотно нижчими.

Додатково необхідно зазначити, що в розрахункових аналізах для оцінки впливу впровадження палива ТВЗ-WR (див. додаток А [33]) на енергоблоці №5 ЗАЕС для основних дозоутворюючих елементів були отримані більші викиди продуктів поділу в навколишнє середовище (див. табл. А.33, табл. А.43 [33]). Дану обставину необхідно враховувати в майбутніх роботах, які пов'язані з оновленням/актуалізацією оцінок радіаційних наслідків важких аварій.

### **2.5.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки»**

Основною метою виконання детерміністичного аналізу безпеки є підтвердження того, що:

- для поточного стану енергоблока виконуються прийняті критерії прийнятності під час його нормальної експлуатації, при порушеннях нормальної експлуатації і проектних аваріях з урахуванням змін, які виконані за звітний період;
- виконано аналіз заprojektних аварій та розроблено заходи з управління ними.

В ході виконаної періодичної переоцінки безпеки по ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки енергоблока» було підтверджено, що на сьогоднішній день для енергоблока №5 ЗАЕС виконано всебічний поглиблений аналіз безпеки з використанням сучасних методологій на детерміністичній основі. Результати періодичної переоцінки безпеки демонструють наступне:

- енергоблок експлуатується безпечно з прийнятним рівнем ризиків. Вимоги щодо забезпечення безпеки реакторних установок, які передбачені проектом, науково-технічною документацією та міжнародною практикою, виконуються в достатньому обсязі;
- виявлені дефіцити безпеки і відхилення від вимог нормативних документів [р.4, 33] дозволяють експлуатувати енергоблоки в проектних межах і не вимагають зупину енергоблока для їх усунення. Їх подальше усунення дозволить підвищити безпеку при подальшій експлуатації АЕС.

У розділі «Аналіз проектних аварій» ФБ-5 [33] було визначено перелік вихідних подій, які проаналізовані в рамках ЗППБ, а також перелік ВП, які потребували додаткового аналізу в силу виконаних на енергоблоці модернізацій за звітний період, визначено методологію аналізу проектних аварій та наведено результати аналізу.

У підрозділі «Аварійні інструкції та протиаварійні тренування персоналу» ФБ-5 [33] в стислому вигляді наведено склад, призначення та зміст протиаварійних документів щодо дій персоналу в разі ПНЕ та проектних аварій. Також представлена інформація про протиаварійні тренування персоналу, в тому числі про використання навчально-тренувальних центрів.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 183 |

У розділі «Аналіз запроектованих аварій» ФБ-5 [33] була визначена методологія аналізу запроектованих аварій в рамках ЗППБ, представлені результати розробки переліку ЗПА для режимів роботи РУ на номінальному рівні потужності, режимах зниженої потужності РУ і зупину, в БВ та ВСП. Виконані аналізи ряду ВП, а також наведені рекомендації з протиаварійних дій оперативного персоналу для ЗПА, які були охоплені в рамках робіт [33, 41].

У розділі «Аналіз важких аварій» ФБ-5 [33] наведені відомості щодо результатів аналізу ВА та стратегій управління ними, а також щодо керівництв з управління важкими аваріями для всіх регламентних станів РУ та БВ.

В цілому, на енергоблоці №5 ЗАЕС, за результатами оцінки ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки енергоблока» [33], можна відзначити відповідність результатів оцінки фактора встановленим критеріям, які висуваються до цього фактору національними та міжнародними вимогами.

Протягом наступних трьох років на енергоблоці №5 ЗАЕС запланована реалізація заходів КзПБ, які спрямовані на усунення дефіцитів безпеки і відхилень від вимог національних нормативних документів, що сприятиме підвищенню безпеки і надійності експлуатації енергоблока.

Одним з найбільш істотних заходів, що проводяться в даний час на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС, є впровадження ядерного палива виробництва компанії «Westinghouse» згідно з концептуальним технічним рішенням [211], а за результатами розгляду технічного рішення для енергоблока №5 [212] прийнято рішення розпочати дослідну експлуатацію ТВЗ-WR.

Наступна переоцінка безпеки буде проходити через десять років. За цей термін з повною впевненістю можна сказати, що намічені заходи будуть виконані або, принаймні, перебуватимуть на завершальній стадії. На даний момент відсутні передумови для погіршення стану енергоблока №5 ЗАЕС за ФБ-5 «Детерміністичний аналіз безпеки енергоблока», тобто безпека і надійність РУ буде планомірно підвищуватися в міру впровадження нових заходів КзПБ.

Проведений аналіз ФБ-5, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.

## **2.6 Фактор безпеки №6 «Імовірнісний аналіз безпеки»**

Основними задачами аналізу ФБ -6 «Імовірнісний аналіз безпеки» є:

- визначення того, що існуючі імовірнісні оцінки безпеки коректно враховують як проєктні характеристики споруд, систем та елементів енергоблока, так і зміни, пов'язані з:

- зміною проєкту внаслідок модернізації;
- зміною природних і техногенних характеристик району розташування АЕС;
- удосконаленням регулюючих вимог з безпеки АЕС;
- удосконаленням методології аналізу безпеки АЕС, включаючи аналіз проєктних і запроектованих аварій;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 184 |

- накопиченням досвіду експлуатації однотипних енергоблоків;
- появою нових науково-технічних даних;
- підтвердження високого рівня безпеки енергоблока в характеристиках частоти важкого пошкодження активної зони і частоти граничного аварійного викиду;
- порівняння отриманих результатів ІАБ з критеріями безпеки, прийнятими в діючих нормативних документах;
- демонстрація того, що напрямки щодо зниження ризику, виявлені в результаті імовірнісних аналізів, в повній мірі враховані в заходах, спрямованих на підвищення безпеки енергоблока;
- визначення того, що результати імовірнісних оцінок безпеки враховані при розробці інструкцій з ліквідації аварій, керівництв з управління важкими аваріями;
- демонстрація того, що значення частот важкого пошкодження активної зони і граничного аварійного викиду не перевищують критерії безпеки, встановлені нормативними документами, протягом понадпроектного строку експлуатації енергоблока.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ Фактор безпеки №6. «Вероятностный анализ безопасности энергоблока №5». 21.5.59.ОППБ.06» [57].

### 2.6.1 Методи і критерії оцінки

#### *Методи оцінки*

При розробці ФБ-6 [57] застосовувався метод експертної оцінки критеріїв за кількісними імовірнісними показниками безпеки (ЧПАЗ, ЧГАВ).

#### *Критерії оцінки*

Відповідно до п. 4.1 НП 306.2.141-2008 [3], АЕС відповідає вимогам безпеки, якщо в результаті вжитих в проекті технічних та організаційних заходів досягнута базова мета безпеки. Критеріями безпеки для діючих енергоблоків АЕС є:

- неперевищення оцінного значення частоти важкого пошкодження активної зони, що дорівнює  $10^{-4}$  на реактор за рік. Необхідно прагнути того, щоб оцінене значення частоти такого пошкодження не перевищувало  $10^{-5}$  на реактор за рік;
- неперевищення значення частоти граничного аварійного викиду радіоактивних речовин у навколишнє природне середовище для діючих АС установлюється на рівні не більше ніж  $10^{-5}$  на реактор за рік. Необхідно прагнути того, щоб значення такого показника не перевищувало  $10^{-6}$  на реактор за рік.

Результати ІАБ були співвіднесені з імовірнісними критеріями безпеки, визначеними в НП 306.2.141-2008 [3]. При цьому для отримання кількісного значення критерію ЧПАЗ, ЧГАВ і ЧПП була використана інтегральна імовірнісна модель енергоблока №5 [58], яка включає в себе повний спектр вихідних подій для всіх регламентних станів РУ та БВ. Слід зазначити, що в [58] не розглядається вплив одного з зовнішніх екстремальних впливів, а саме – землетрусів, на безпеку енергоблока №5 ВП ЗАЕС, а також комбінацій вихідних подій.

Детальний аналіз впливу землетрусів на безпеку енергоблока №5 ВП ЗАЕС



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 185 |

проводиться в рамках заходу КзПБ №19106 «Розробка сейсмічного ІАБ».

Детальний аналіз комбінацій вихідних подій на безпеку енергоблока №5 ВП ЗАЕС виконується згідно з «Програмою робіт із врахування переліків комбінацій подій, які призводять до аварії, в імовірнісному аналізі безпеки та аналізі запроектованих аварій на АЕС ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Т.0.18.011-19» [228]. На цей момент зазначена «Програма...» узгоджена Держатомрегулювання (вих.№15-27/11390-12048 від 24.09.2019). Згідно з «Програмою...» визначені етапи та порядок робіт для врахування комбінацій для «пілотного» енергоблока №6 ВП ЗАЕС. Після закінчення робіт для "пілотного" енергоблока буде виконано уточнення складу робіт та визначення конкретних термінів їх виконання для "непілотних" енергоблоків.

### 2.6.2 Аналіз фактора безпеки

Обсяг робіт, методологія аналізу і структура ФБ-6 відповідає вимогам, встановленим в СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6].

ІАБ виконаний з урахуванням наступних факторів:

- критерії:
  - частота важкого пошкодження активної зони;
  - частота граничного аварійного викиду;
- джерела радіоактивних речовин:
  - активна зона;
  - басейн витримки;
  - інші;
- вихідні події аварії:
  - внутрішні ВП;
  - внутрішні екстремальні впливи;
  - зовнішні екстремальні впливи (без урахування сейсмічного впливу);
- стан енергоблока:
  - РУ на потужності;
  - РУ на зниженому рівні потужності;
  - РУ в стані зупину.

ІАБ-1 містить в собі наступні етапи:

- збір вихідних даних з надійності обладнання, інцидентам та порушенням;
- ідентифікація та групування ВП;
- системний аналіз;
- аналіз критеріїв успіху;
- аналіз аварійних послідовностей;
- аналіз надійності персоналу;
- кількісна оцінка, аналіз і інтерпретація результатів.

ІАБ-2 містить в собі наступні задачі:

- інтерфейс між ІАБ 1-го і 2-го рівнів;
- аналіз міцності ГО;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 186 |

- аналіз уразливості ГО;
- розробка дерев подій ГО;
- кількісна оцінка, аналіз і інтерпретація результатів.

У рамках ІАБ енергоблока №5 ВП ЗАЕС був виконаний повний спектр досліджень, який містить в собі наступний обсяг робіт:

- ІАБ-1 РУ ВВП усіх ЕС;
- ІАБ-1 РУ ВЗ усіх ЕС;
- ІАБ-1 РУ внутрішніх пожеж в усіх ЕС;
- ІАБ-1 РУ ЗЕВ усіх ЕС;
- ІАБ-1 БВ ВВП усіх ЕС;
- ІАБ-1 БВ ВЗ усіх ЕС;
- ІАБ-1 БВ внутрішніх пожеж в усіх ЕС;
- ІАБ-1 БВ ЗЕВ усіх ЕС;
- ІАБ-2 РУ ВВП усіх ЕС;
- ІАБ-2 РУ внутрішніх пожеж в усіх ЕС;
- ІАБ-2 РУ ВЗ усіх ЕС;
- ІАБ-2 РУ ЗЕВ усіх ЕС,
- ІАБ-2 БВ ВВП усіх ЕС;
- ІАБ-2 БВ внутрішніх пожеж в усіх ЕС;
- ІАБ-2 БВ ВЗ усіх ЕС;
- ІАБ-2 БВ ЗЕВ усіх ЕС.

### 2.6.3 Результати оцінки

Детальний опис результатів виконаних ІАБ наведений в ФБ-6 [57].

#### 2.6.3.1 Кількісна оцінка ІАБ-1 РУ

Даний розділ являє собою узагальнені результати кількісної оцінки для інтегральної ЧПАЗ, яка містить в собі наступні ІАБ:

- ІАБ-1 ВВП усіх ЕС;
- ІАБ-1 ВЗ усіх ЕС;
- ІАБ-1 внутрішніх пожеж в усіх ЕС;
- ІАБ-1 ЗЕВ усіх ЕС.

Згідно з виконаними кількісними розрахунками, інтегральне значення ЧПАЗ для енергоблока №5 ЗАЕС, становить  $6.38E-06$  1/рік [57].

У Табл. 2.8 наведені результати кількісної оцінки інтегральної ЧПАЗ, а також внесок ЧПАЗ від окремих ІАБ в інтегральну ЧПАЗ.

Як впливає з Табл. 2.8 найсуттєвіший вклад в інтегральну ЧПАЗ (близько 50%) вносять внутрішні ВП.

Внесок в інтегральну ЧПАЗ окремих ІАБ-1 РУ, наведений на Рис. 2.1.

Табл. 2.8 Внесок ЧПАЗ окремих ІАБ-1 РУ в інтегральну ЧПАЗ

| Найменування ІАБ | ЧПАЗ, 1/рік | Відсоток від інтегральної ЧПАЗ |
|------------------|-------------|--------------------------------|
|------------------|-------------|--------------------------------|

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 187 |

| Найменування ІАБ                    | ЧПАЗ, 1/рік     | Відсоток від інтегральної ЧПАЗ |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| ІАБ-1 РУ ВВП усіх ЕС                | 3.20E-06        | 50.1%                          |
| ІАБ-1 РУ внутрішніх пожеж в усіх ЕС | 8.66E-07        | 13.6%                          |
| ІАБ-1 РУ ВЗ усіх ЕС                 | 1.61E-06        | 25.2%                          |
| ІАБ-1 РУ ЗЕВ усіх ЕС                | 7.05E-07        | 11.1%                          |
| <b>Інтегральна ЧПАЗ</b>             | <b>6.38E-06</b> | <b>100.0%</b>                  |

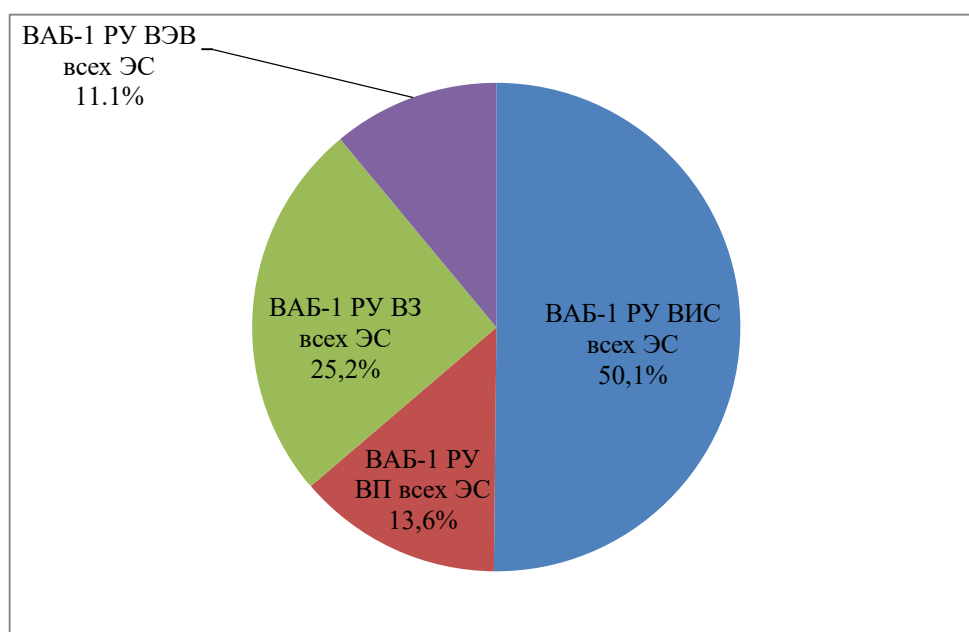


Рис. 2.1 Внесок ЧПАЗ розглянутих ІАБ-1 РУ в інтегральну ЧПАЗ

### 2.6.3.2 Кількісна оцінка ІАБ-1 БВ

Даний розділ являє собою узагальнені результати кількісної оцінки для інтегральної ЧПП, яка містить в собі наступні ІАБ:

- ІАБ-1 БВ ВВП усіх ЕС;
- ІАБ-1 БВ внутрішніх пожеж в усіх ЕС;
- ІАБ-1 БВ ВЗ усіх ЕС;
- ІАБ-1 БВ ЗЕВ усіх ЕС.

Згідно з виконаними кількісними розрахунками, інтегральне значення ЧПП для енергоблока №5 ЗАЕС, становить  $5,38E-06$  1/рік.

У Табл. 2.9 наведені результати кількісної оцінки інтегральної ЧПП, а також внесок ЧПП окремих ІАБ в інтегральне значення ЧПП.

Як впливає з Табл. 2.9, найсуттєвіший вклад в інтегральну ЧПП (близько 97%) вносять зовнішні екстремальні впливи.

На Рис. 2.2 наведений розподіл вкладу ЧПП окремих ІАБ в інтегральне значення ЧПП.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 188 |

Нижче наведені основні результати фінальної кількісної оцінки, для всіх розглянутих ВПА.

Табл. 2.9 Внесок ЧПП розглянутих ІАБ-1 БВ в інтегральну ЧПП

| Найменування ІАБ                    | ЧПП 1/рік       | Відсоток від інтегральної ЧПП |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| ІАБ-1 БВ ВВП усіх ЕС                | 3.07E-08        | 0.6%                          |
| ІАБ-1 БВ внутрішніх пожеж в усіх ЕС | 1.12E-07        | 2.1%                          |
| ІАБ-1 БВ ВЗ усіх ЕС                 | 8.02E-11        | <0.1%                         |
| ІАБ-1 БВ ЗЕВ усіх ЕС                | 5.24E-06        | 97.3%                         |
| <b>Інтегральна ЧПП</b>              | <b>5.38E-06</b> | <b>100.00%</b>                |

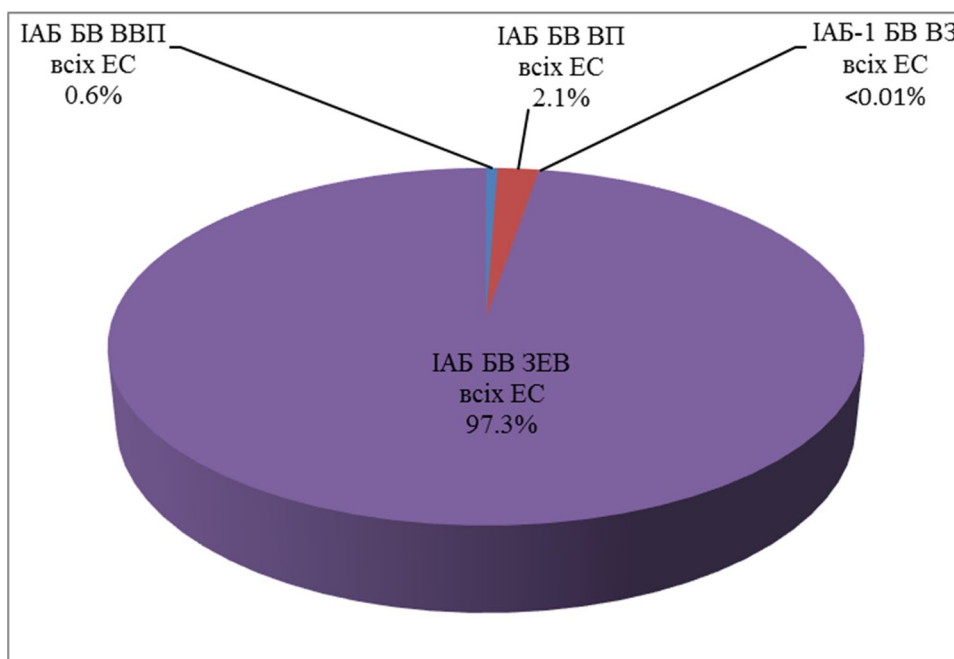


Рис. 2.2 Внесок ЧПП розглянутих ІАБ-1 БВ в інтегральну ЧПП

### 2.6.3.3 Кількісна оцінка ІАБ-2 РУ

У цій частині звіту наведені результати кількісної оцінки ІАБ 2 рівня РУ, яка містить в собі наступні ІАБ:

- ІАБ-2 РУ ВВП для усіх ЕС;
- ІАБ-2 РУ ВЗ для усіх ЕС;
- ІАБ-2 РУ внутрішніх пожеж для усіх ЕС;
- ІАБ-2 РУ ЗЕВ для усіх ЕС.

У Табл. 2.10 наведені результати визначення сумарних частот реалізації дерев подій гермооб'єму для РУ в ФБ-6 [57].

Табл. 2.10 Частота кінцевих станів ІАБ-2

| Кінцевий стан ГО | Опис кінцевого стану                                     | Частота кінцевого стану, 1/рік |
|------------------|--|--------------------------------|
| ST0              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких | 2.36E-06                       |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 189 |

| Кінцевий стан ГО | Опис кінцевого стану   | Частота кінцевого стану, 1/рік |
|------------------|--|--------------------------------|
|                  | гермооб'єм зберігає свою цілісність. Це включає і цілісність шахти   |                                |
| ST1              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких гермооб'єм відмовляє на ранньому етапі, але розплавлена активна зона затримується в корпусі реактора. Спринклерна система відмовляє внаслідок відмови ГО або в результаті відмов компонентів системи          | 6.25E-09                       |
| ST2              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких гермооб'єм відмовляє на ранньому етапі, але розплавлена активна зона затримується в корпусі або в шахті реактора. Спринклерна система працездатна   | 1.23E-08                       |
| ST3              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких гермооб'єм відмовляє на ранньому етапі, але розплавлена активна зона затримується в шахті реактора. Спринклерна система відмовила або відмовляє внаслідок відмови ГО  | 8.65E-09                       |
| ST4              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких і гермооб'єм, і шахта реактора відмовляють на ранньому етапі. Спринклерна система відмовила або відмовляє внаслідок відмови ГО або шахти  | 2.28E-06                       |
| ST5              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких гермооб'єм (у циліндричній і купольній частини) зберігає свою цілісність, але шахта реактора відмовляє на ранньому етапі аварії. Спринклерна система відмовила або відмовляє внаслідок відмови шахти реактора | 1.37E-06                       |
| ST6              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких гермооб'єм відмовляє на пізньому етапі аварії, але розплавлена активна зона затримується в шахті реактора. Спринклерна система відмовила або відмовляє внаслідок відмови ГО                                   | <1.00E-12                      |
| ST7              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких і гермооб'єм, і шахта реактора відмовляють на пізньому етапі аварії. Спринклерна система відмовила або відмовляє внаслідок відмови ГО або шахти   | <1.00E-12                      |
| ST8              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких гермооб'єм (у циліндричній і купольній частини) зберігає свою цілісність, але шахта реактора відмовляє на пізньому етапі аварії. Спринклерна система відмовила або відмовляє внаслідок відмови шахти реактора | <1.00E-12                      |
| ST9              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких зроблений байпас гермооб'єму внаслідок течі з I в II контур і ПСП по II контуру знаходяться у відкритому положенні  | 2.78E-07                       |
| ST10             | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких зроблений байпас гермооб'єму внаслідок течі з I в II контур і ПСП по II контуру працюють в режимі підтримання тиску   | 6.28E-08                       |

Внесок окремих кінцевих станів представлений Рис. 2.3.

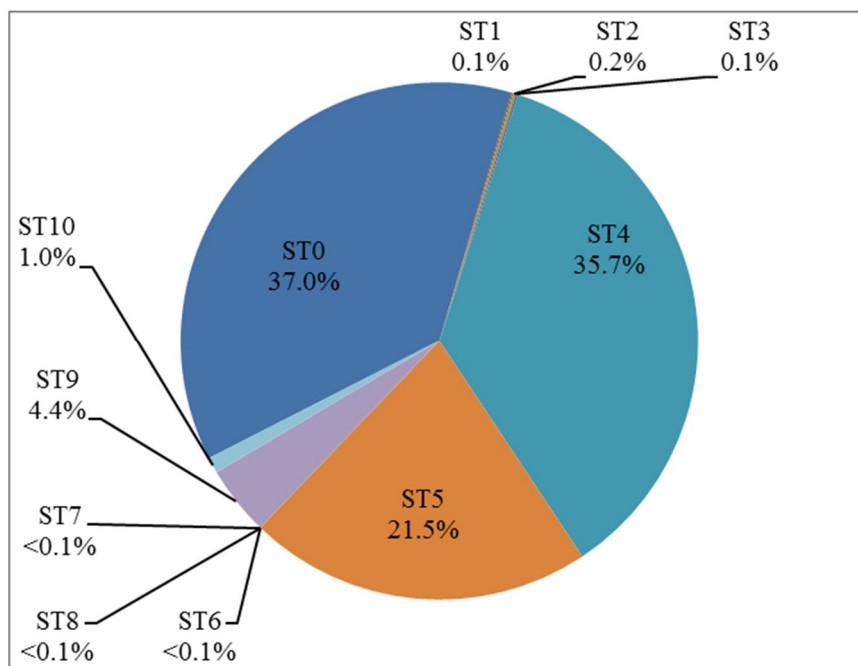


Рис. 2.3 Внесок кінцевих станів в сумарну частоту СПЕ

Внесок кінцевих станів, при яких викиди за межі ГО перевищують витік через проектні нещільності (все, за винятком ST0), наведений на Рис. 2.4.

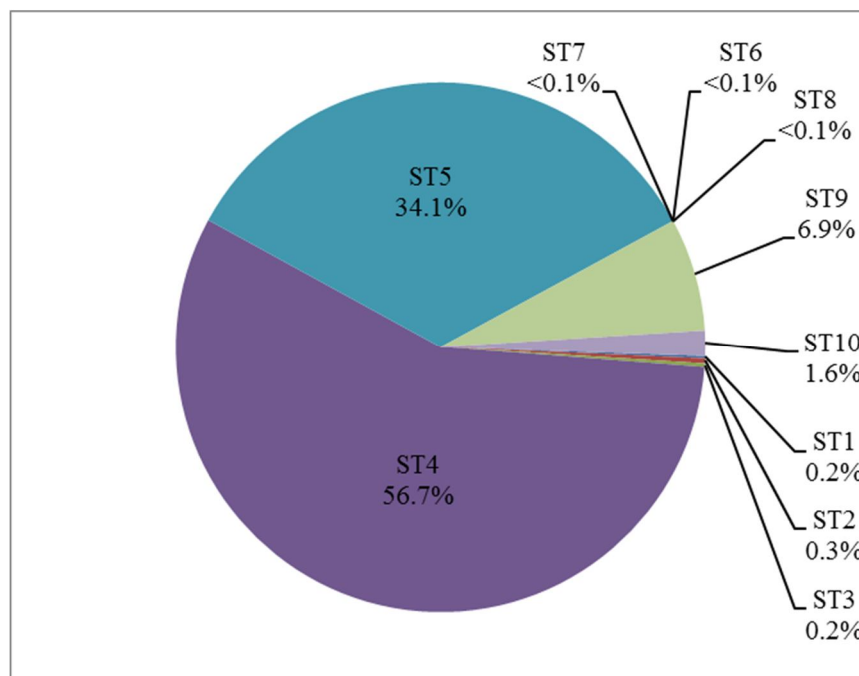


Рис. 2.4 Внесок кінцевих станів в сумарну частоту викидів

Ґрунтуючись на наведених вище результатах і результатах ФБ-6 [57] можна зробити наступні висновки:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 191 |

- ґрунтуючись на значеннях частоти (Табл. 2.10) і відсоткового розподілу ([57]) окремих кінцевих станів ГО можна сказати, що стани з успіхом ГО і затримкою викидів в межах ГО (ST0) дорівнюють 37% від загальної частоти станів з пошкодженням активної зони. Це означає, що в 63% випадків важкої аварії викиди за межі ГО перевищать значення викиду внаслідок витoku через проєктні нещільності. Частота цих викидів (сума частот ST1-ST10) дорівнює 4,02E-06 1/рік;

- категорії викидів ST1, ST2, ST3, ST6, ST7, ST8 і ST10 мають мінімальний внесок в частоту викидів за межі ГО. Їх сумарна частота дорівнює 9,00E-08 1/рік, причому з цих категорій викидів ST10 є домінуючим. Через малу частку внеску цих станів вони не являють собою інтересу для аналізу.

В Табл. 2.11 наведений внесок ЧГАВ окремих ІАБ-2 РУ в інтегральне значення ЧГАВ.

Табл. 2.11 Внесок ЧГАВ окремих ІАБ-2 РУ в інтегральне значення ЧГАВ РУ

| Найменування ІАБ                    | Частота, 1/рік | Внесок, % |
|-------------------------------------|----------------|-----------|
| ІАБ-2 РУ ВВП усіх ЕС                | 1.85E-06       | 46.1%     |
| ІАБ-2 РУ внутрішніх пожеж в усіх ЕС | 2.40E-07       | 6.0%      |
| ІАБ-2 РУ ВЗ усіх ЕС                 | 1.22E-06       | 30.3%     |
| ІАБ-2 РУ ЗЕВ усіх ЕС                | 7.05E-07       | 17.6%     |
| ЧГАВ для РУ                         | 4.02E-06       | 100.0%    |

На Рис. 2.5 графічне наведено розподіл ЧГАВ по окремих ІАБ-2 для РУ.

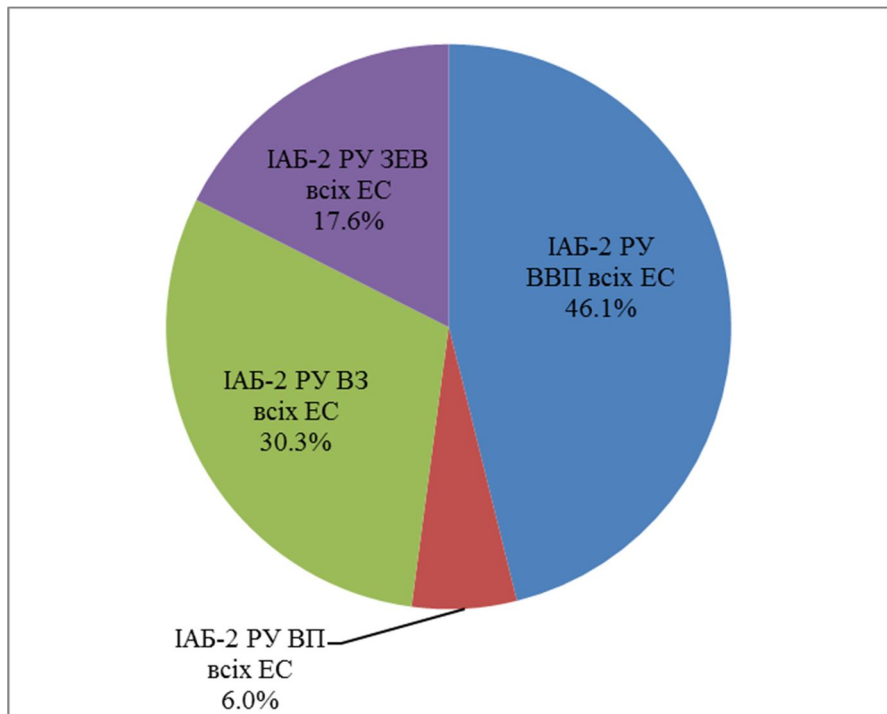


Рис. 2.5 Внесок ЧГАВ розглянутих ІАБ-2 РУ в інтегральну ЧГАВ

#### 2.6.3.4 Кількісна оцінка ІАБ-2 БВ

Даний розділ являє собою результати кількісної оцінки для інтегральної ЧГАВ, яка містить в собі наступні ІАБ (ФБ-6 [57]):

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 192 |

- ІАБ-2 БВ ВВП для усіх ЕС;
- ІАБ-2 БВ внутрішніх пожеж для усіх ЕС;
- ІАБ-2 БВ ВЗ для усіх ЕС;
- ІАБ-2 БВ ЗЕВ для усіх ЕС.

Згідно з виконаними кількісними розрахунками, інтегральне значення ЧГАВ для енергоблока №5 ЗАЕС, становить  $5,25E-06$  1/рік.

В Табл. 2.12 наведені результати кількісної оцінки інтегральної ЧГАВ, а також внесок ЧГАВ окремих ІАБ в інтегральну ЧГАВ.

Як впливає з Табл. 2.12, найсуттєвіший вклад в інтегральну ЧГАВ (близько 99%) вносять зовнішні екстремальні впливи.

Внесок в інтегральну ЧГАВ окремих частин ІАБ-2 наведений на Рис. 2.6.

Табл. 2.12 Внесок розглянутих ІАБ-2 БВ в інтегральну ЧГАВ

| Найменування ІАБ          | Частота, 1/рік               | Внесок, %      |
|---------------------------|------------------------------|----------------|
| ІАБ-2 БВ ВВП              | $7.65E-10$                   | 0.01%          |
| ІАБ-2 БВ внутрішніх пожеж | $6.75E-09$                   | 0.13%          |
| ІАБ-2 БВ ВЗ               | $<1.00E-12$                  | $<0.01\%$      |
| ІАБ-2 БВ ЗЕВ              | $5.24E-06$                   | 99.86%         |
| <b>ЧГАВ для БВ</b>        | <b><math>5.25E-06</math></b> | <b>100.00%</b> |

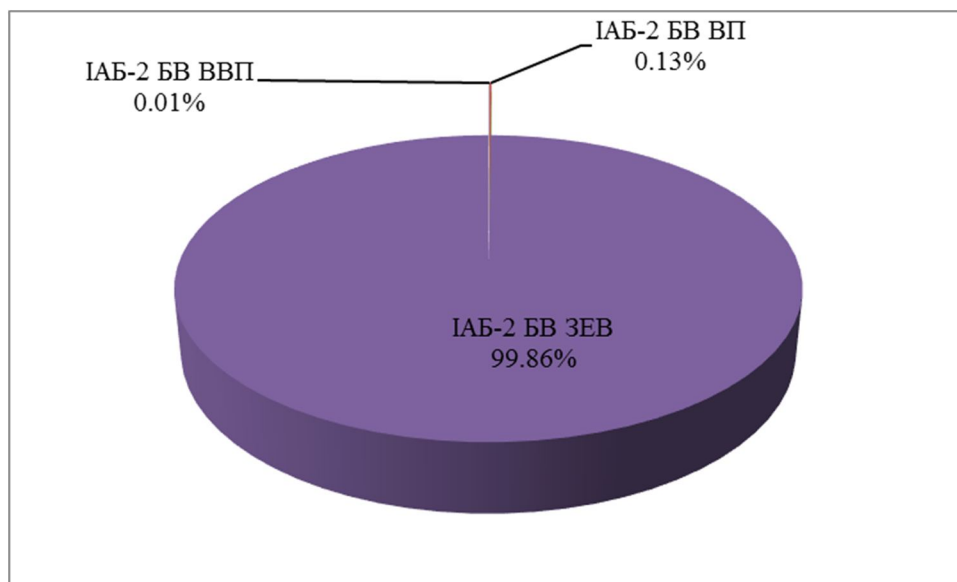


Рис. 2.6 Внесок ЧГАВ розглянутих ІАБ-2 БВ в інтегральну ЧГАВ

В Табл. 2.13 наведені результати визначення сумарних частот реалізації дерев подій гермооб'єму для БВ в ФБ-6 [57].

Табл. 2.13 Частоти кінцевих станів ГО для БВ по кожній категорії



| Кінцевий стан ГО | Опис кінцевого стану  | Частота кінцевого стану, 1/рік |
|------------------|---|--------------------------------|
| ST0              | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких гермооб'єм зберігає свою цілісність. Це включає і цілісність шахти                                   | 1.36E-07                       |
| ST11             | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких відбувається наднормативний викид радіоактивних речовин через відмову ГО під час вибуху водню для БВ | <1.00E-12                      |
| ST12             | Кінцевий стан, який об'єднує всі послідовності, при яких відбувається наднормативний викид радіоактивних речовин через відмову відкритого ГО для БВ           | 5.25E-06                       |

Внесок окремих кінцевих станів наведений на Рис. 2.7.

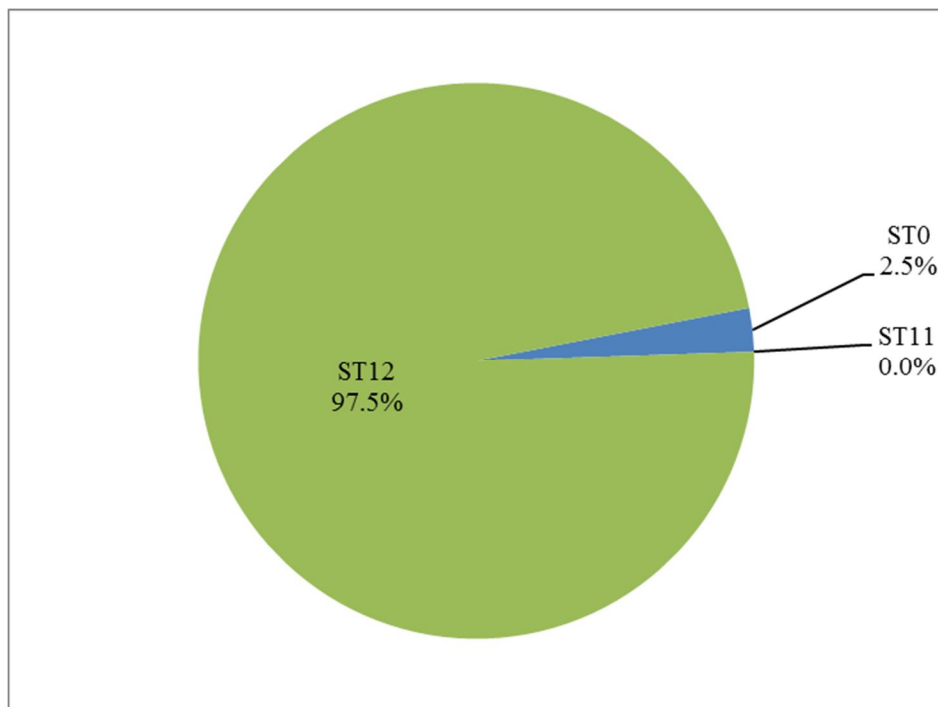


Рис. 2.7 Внесок кінцевих станів в сумарну частоту СПЕ

Внесок кінцевих станів, при яких викиди за межі ГО перевищують витік через проєктні нещільності (все, за винятком ST0), наведений на Рис. 2.8.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 194 |

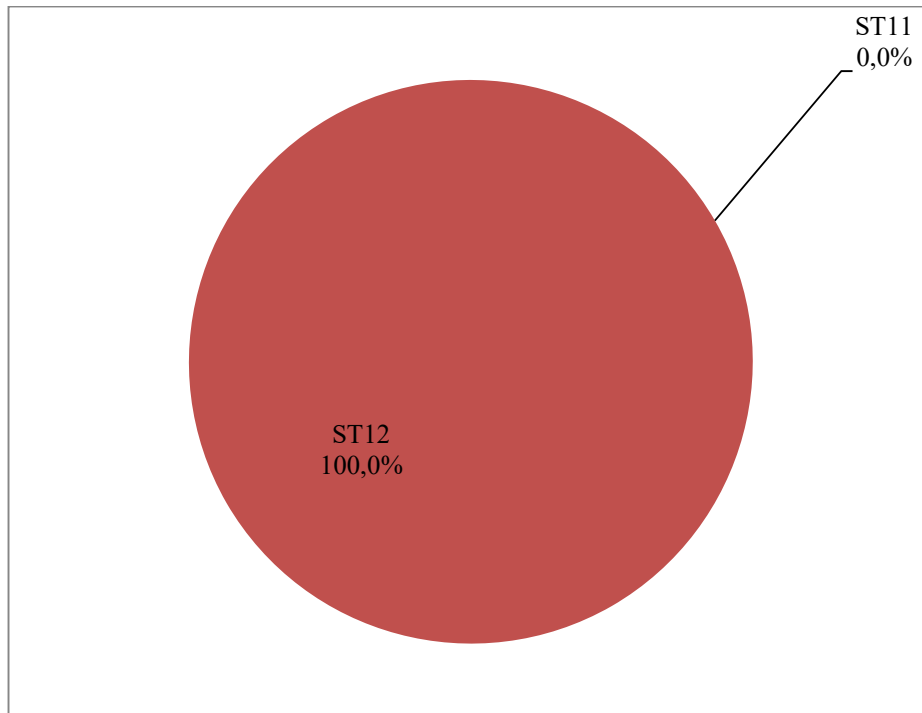


Рис. 2.8 Внесок кінцевих станів в сумарну частоту викидів

Основний висновок, який можна зробити ґрунтуючись на значеннях частоти (Табл. 2.13) і відсоткового розподілу (Рис. 2.7) окремих кінцевих станів ГО: стану з успіхом ГО і затримкою викидів в межах ГО (ST0) дорівнюють 2,5% від загальної частоти станів з пошкодженням активної зони. Це означає, що в 97,5% випадків важкої аварії викиди поза межами ГО перевищать проектні викиди. Частота цих викидів (сума частот ST11-ST12) дорівнює  $5,25 \text{ E-}06$ .

#### 2.6.4 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-6 «Імовірнісний аналіз безпеки»

В даному розділі наведені результати переоцінки безпеки в частині ФБ-6 «Імовірнісний аналіз безпеки».

В результаті виконаних кількісних оцінок отримані:

- розрахункове значення інтегральної частоти важкого пошкодження активної зони становить  $6,38\text{E-}06$  1/рік.;
- розрахункове значення інтегральної частоти граничного аварійного викиду для РУ становить  $4,02\text{E-}06$  1/рік.;
- розрахункове значення інтегральної частоти граничного аварійного викиду для БВ складає  $5,25\text{E-}06$  1/рік.;
- розрахункове значення інтегральної частоти важкого пошкодження палива складає  $5,38\text{E-}06$  1/рік.;
- консервативне значення (сумарне) інтегральної частоти граничного аварійного викиду для РУ та БВ складає  $9,27\text{E-}06$  1/рік.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 195 |

Отримані у результаті кількісних розрахунків значення ЧПАЗ і ЧГАВ РУ повністю задовольняють імовірнісним критеріям безпеки, встановленим в НП 306.02.141-2008 [3] для діючих енергоблоків АЕС, а саме: ЧПАЗ –  $6,38E-06 < 1,0E-04$  1/рік, ЧГАВ РУ –  $4,02E-06$  1/рік  $< 1,0E-05$  1/рік, інтегральна ЧГАВ РУ та БВ (консервативна) -  $9,27E-06$  1/рік  $< 1,0E-05$  1/рік.

Розрахункове значення інтегральної частоти важкого пошкодження палива складає  $5.35E-06$  1/рік. У діючих нормативних документах відсутній показник з частоти важкого пошкодження палива в басейні витримки відпрацьованого палива, тому можна констатувати тільки те, що дана величина значно нижче нормативного цільового показника по важкому пошкодженню палива для діючих АЕС -  $1.0E-04$  на реактор в рік.

В рамках розробки даного звіту не розглядаються сейсмічні впливи - землетруси на безпеку енергоблока №5 ВП ЗАЕС а також комбінацій вихідних подій.

Детальний аналіз впливу землетрусів на безпечну експлуатацію енергоблока №5 ВП ЗАЕС проводиться в рамках заходу КЗПБ №19106 «Розробка сейсмічних ІАБ».

Детальний аналіз комбінацій вихідних подій на безпеку енергоблока №5 ВП ЗАЕС виконується згідно з «Програмою робіт із врахування переліків комбінацій подій, які призводять до аварії, в імовірнісному аналізі безпеки та аналізі запроєктних аварій на АЕС ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Т.0.18.011-19» [228]. На цей момент зазначена «Програма...» узгоджена Держатомрегулювання (вих.№15-27/11390-12048 від 24.09.2019). Згідно з «Програмою...» визначені етапи та порядок робіт для врахування комбінацій для «пілотного» енергоблока №6 ВП ЗАЕС. Після закінчення робіт для "пілотного" енергоблока буде виконано уточнення складу робіт та визначення конкретних термінів їх виконання для "непілотних" енергоблоків.

Крім того, не наводиться оцінка інтегрального значення ЧГАВ для РУ та БВ через відсутність на момент виконання аналізу ФБ-6 «Імовірнісний аналіз безпеки» відповідної методології. Згідно з пп. 2.2, 3 Протоколу наради від 08.09.2015 р [145], було вирішено виконати експлуатуючою організацією дослідницьку роботу для одного з серійних енергоблоків АЕС України з метою розробки методології та проведення коректної інтегральної оцінки значення ЧГАВ від РУ та БВ. До отримання та обговорення результатів такої роботи прийнято відкладення рішення при розгляді результатів ІАБ 2-го рівня для енергоблоків ВП ЗАЕС, ВП РАЕС, ВП ЮУАЕС, ВП ХАЕС. Листом №15-28 /6316 від 07.10.15 р Держатомрегулювання погодило можливість прийняття відкладеного рішення за інтегральною оцінкою значення ЧГАВ від РУ та БВ для енергоблоків АЕС України до виконання дослідницької роботи. На даний момент в рамках дослідницької роботи «Розробка методології та проведення інтегральної оцінки значення ЧГАВ для реакторної установки та басейну витримки енергоблоку №1 ОП ХАЭС» виконано інтегральну оцінку значення ЧГАВ для РУ та БВ для пілотного енергоблока №1 ХАЕС. Методологію, яку розроблено для "пілотного" енергоблока, буде розповсюджено на "непілотні" енергоблоки.

Кількісні розрахунки виконувалися з використанням імовірнісних моделей у форматі розрахункового коду SAPHIRE (ver.8).

При виконанні імовірнісних аналізів були враховані проєктні характеристики споруд, систем та елементів енергоблока, так і зміни, пов'язані з:

|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 196 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• зміною проєкту внаслідок модернізацій;</li> <li>• удосконаленням регулюючих вимог з безпеки АЕС;</li> <li>• удосконаленням методології аналізу безпеки АЕС, включаючи аналіз проєктних і запроєктних аварій;</li> <li>• накопиченням досвіду експлуатації однотипних енергоблоків;</li> <li>• появою нових науково-технічних даних.</li> </ul> <p>Проведений аналіз ФБ-6, виконаний під час розробки звіту з періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроєктний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.</p> <p><b>2.7 Фактор безпеки №7 «Аналіз впливу на безпеку енергоблока №5 зовнішніх і внутрішніх подій»</b></p> <p>Основною метою даного фактора безпеки є встановлення того, що при виникненні внутрішніх і зовнішніх подій забезпечується безпека енергоблока.</p> <p>Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ Фактор безпеки №7. «Аналіз впливу на безпеку енергоблока №5 зовнішніх і внутрішніх подій. 21.5.59.ОППБ.07» [63].</p> <p>Інформація, наведена в розділі, відповідає стану енергоблока №5 ВП ЗАЕС на 31.12.2017 з урахуванням модернізацій і реконструкцій, виконаних до зазначеної дати і врахованих в інтегральній імовірнісній моделі.</p> <p><b>2.7.1 Метод та критерії оцінки</b></p> <p>Для оцінки аналізу впливу на безпеку енергоблока внутрішніх і зовнішніх подій використовуються детерміністичні і імовірнісні методи оцінки впливів.</p> <p>При аналізі впливу внутрішніх пожеж і затоплень на енергоблоці №5 ЗАЕС використовувалася методологія, представлена в [60], [58]. При аналізі токсичних газів і вибухів використовувалася методологія, наведена в [61]. При аналізі падіння важких предметів, биття трубопроводів, запарювання, зрошення або розривів трубопроводів використана методологія, наведена в [59].</p> <p>В аналізі ЗЕВ використовувалася методологія, наведена в посібниках МАГАТЕ [173], [174].</p> <p>При виконанні аналізу ФБ-7 [63] були використані як статистичні методи розрахунку, які не потребують застосування розрахункових кодів так і методи з застосуванням розрахункових кодів.</p> <p><i>Критерії оцінки</i></p> <p>Результати аналізу внутрішніх і зовнішніх екстремальних впливів на енергоблок повинні бути співставлені з ймовірними критеріями безпеки, встановленими регулюючим органом. Відповідно до п. 4.1 НП 306.2.141-2008 [3], АЕС відповідає вимогам безпеки, якщо в результаті вжитих в проєкті технічних і організаційних заходів</p> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 197 |

досягнута базова мета безпеки. При оцінці ФБ-7 [63] критеріями безпеки для енергоблока №5 ЗАЕС є:

- неперевищення інтегрального оцінного значення частоти важкого пошкодження активної зони, рівного  $10^{-4}$  на реактор в рік;
- неперевищення інтегрального значення частоти граничного аварійного викиду радіоактивних речовин в навколишнє середовище, рівного  $10^{-5}$  на реактор в рік.

У звіті по ФБ-7 «Аналіз впливу на безпеку енергоблока №5 зовнішніх і внутрішніх подій» [63] в рамках періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 виконано аналіз впливу на безпеку енергоблока внутрішніх і зовнішніх подій з урахуванням виконаних на енергоблоці модернізацій, оцінені частоти виникнення подій та визначені проблемні питання.

*Перелік подій що аналізуються*

У ФБ-7 [63] представлені екстремальні події, розглянуті в ІАБ по відношенню до внутрішніх і зовнішніх екстремальних впливів при роботі енергоблока №5 ЗАЕС у всіх експлуатаційних станах.

Нижче наведено перелік аналізованих подій, який заснований на вимогах п. 6.3.3.1 СОУ-Н-ЯЕК 1.004:2007 [6] і розширений у відповідності з переліком Розділу VII документа НП 306.2.214-2017 «Вимоги до періодичної переоцінки безпеки енергоблоків атомних станцій»:

1) внутрішні:

- пожежі, а також заходи, спрямовані на попередження, виявлення та гасіння пожеж;
- затоплення, включаючи розбризкування і зрошення внаслідок роботи спринклерної системи або розривом трубопроводів;
  - викиди і осідання токсичних і / або корозійних газів і рідин;
  - вибухи;
  - вплив летючих предметів;
  - падіння важких предметів;
  - биття трубопроводів;
  - запарювання;
  - зрошення;
  - викиди гарячих і холодних газів і парів;
  - вібрація;
  - руйнування будівельних конструкцій;
  - електромагнітні та радіочастотні перешкоди;
  - втрата забезпечують систем (охолоджуюча вода, енергопостачання);
  - відсутність або низька потужність систем кондиціонування повітря.

2) зовнішні:

- повені і затоплення;

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 198 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• сильний вітер, урагани і смерчі;</li> <li>• сейсмічні впливи;</li> <li>• падіння літальних апаратів;</li> <li>• пожежі і вибухи;</li> <li>• токсичні та/або корозійні рідини і гази, інші забруднення, що потрапляють в організм людини при диханні;</li> <li>• метеорологічні впливи (екстремальні температури, високий рівень вологості, посуха, сніг, обмерзання, удари блискавки, град);</li> <li>• сонячні бурі;</li> <li>• гідрогеологічні та гідрологічні впливи (екстремальні рівні ґрунтових вод);</li> <li>• вплив летючих предметів;</li> <li>• біологічне забруднення;</li> <li>• електромагнітні та радіочастотні перешкоди;</li> <li>• вібрація;</li> <li>• втрата забезпечувальних систем (охолоджуюча вода, енергопостачання).</li> </ul> <p>Даний перелік не охоплює частину подій, які повинні бути розглянуті відповідно до вимог МАГАТЕ [7]. До таких подій належать «вплив летючих предметів» (внутрішні події) і пожежі (зовнішні події).</p> <p>У категорії внутрішніх екстремальних впливів до таких подій належить «вплив летючих предметів» (див. п. 5.77 [7]).</p> <p>У категорії зовнішніх екстремальних впливів відповідно до п. 5.78 [7] також були розглянуті «сильні снігопади», «ожеледь (обмерзання)», «удари блискавок», «зовнішні пожежі» і «ґрунтові води».</p> <p>Крім зазначених вище в категорії зовнішніх екстремальних впливів в цьому звіті наведені результати аналізу впливу граду і блискавки, розглянуті в ІАБ зовнішніх екстремальних впливів [61].</p> <p>Аналіз впливу летючих предметів виконаний в [249], який включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• виявлення джерел, що володіють достатньою енергією для виникнення летючих предметів;</li> <li>• визначення приміщень, в яких розташовуються можливі джерела летючих предметів, що представляють певну небезпеку для розташованих в цих приміщеннях систем важливих для безпеки і систем безпеки;</li> <li>• оцінювання ймовірності утворення летючих предметів і аналіз впливу.</li> </ul> <p>Проведений аналіз показує малу ймовірність утворення летючих предметів, а в одиноких випадках можливого їх утворення безпеку роботи енергоблока забезпечена проектними рішеннями. Таким чином, летючі предмети, не впливають на об'єкти важливі для безпеки і виключені з подальшого розгляду в рамках аналізу впливу зовнішніх екстремальних впливів.</p> <p>Результати аналізу впливу зовнішніх пожеж представлені в ФБ-7 [63]. Відповідно до виконаного аналізу, основними пожежонебезпечними об'єктами, що знаходяться поза</p> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 199 |

майданчиком АЕС, є об'єкти, на яких загоряння може стати причиною пожежі (або небезпечним фактором впливу пожежі). До них відносяться:

- склади (сховища) ПММ;
- лісові масиви і трав'яний покрив.

Оцінка впливу зовнішнього пожежі на енергоблок № 5 ВП ЗАЕС заснована на порівнянні нормативно-обґрунтованих безпечних відстаней від енергоблока № 5 до потенційних джерел пожеж.

Результати оцінки показують, що потенційні джерела пожеж знаходяться на відстанях, що перевищують величини безпечних відстаней, і прямого впливу теплового потоку на будівлі і основне обладнання енергоблока, і на безпеку експлуатації енергоблока не впливають. Протипожежна безпека забезпечується існуючими нормативними розривами будівель і споруд, протипожежними заходами (системи пожежогасіння, автодороги, гідранти і ін.), а також наявністю двох пожежних депо (на 4 і 6 автомашин), розташованих в 2 км по шляху проходження від проммайданчика АЕС (при нормативному відстані не більше 4 км).

Таким чином, зовнішні пожежі, які можуть виникнути за межами і в межах майданчика ЗАЕС, не впливають на об'єкти важливі для безпеки, що знаходяться в районі енергоблока № 5, і виключені з подальшого розгляду в рамках аналізу впливу зовнішніх впливів.

При розробці звіту по стрес-тестам в [66, п.п. 2.10] було розглянуто питання комбінації впливів. Проведені дослідження показали, що поєднання (комбінація) ЗЕВ не призводить до погіршення обстановки, що склалася.

## **2.7.2 Результати оцінки**

### **2.7.2.1 Внутрішні події**

#### **2.7.2.1.1 Внутрішні пожежі**

Оцінка частоти виникнення внутрішніх пожеж була виконана з урахуванням рекомендацій, викладених в інструкціях МАГАТЕ і Комісії ядерного регулювання США. Виконаний аналіз враховує всі значущі реконструкції і модернізації, реалізовані на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС починаючи з моменту закінчення збору даних по адаптації. Особлива увага приділяється введенню в дію СОАІ (симптомно-орієнтованих аварійних інструкцій).

В пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] наведено аналіз внутрішніх пожеж на номінальному рівні потужності з урахуванням виконаних модернізацій на енергоблоці №5 ЗАЕС, розраховані нові значення частот за джерелами загоряння, виконаний якісний і кількісний відсів пожежних секторів, детальний аналіз сценаріїв розвитку пожеж, а також виконано кількісний аналіз аварійних послідовностей дерев розвитку пожеж. У пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1ФБ-7 [63] представлені результати аналізу внутрішніх пожеж при роботі енергоблока на зниженому рівні потужності та в стані зупину.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 200 |

### 2.7.2.1.2 Внутрішні затоплення

Оцінка частот виникнення затоплень виконувалася окремо по кожній зоні в залежності від джерела затоплення та категорії течі. Результати переглянутих частот затоплень представлені в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63].

В пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] наведено результати аналізу внутрішніх затоплень на номінальному рівні потужності з урахуванням виконаних модернізацій на енергоблоці №5 ЗАЕС, визначені частоти виникнення внутрішніх затоплень та шляхи їх поширення, а також виконаний аналіз впливу внутрішніх затоплень на роботу енергоблока. В результаті детального аналізу зон затоплень були визначені сценарії розвитку затоплень, що ведуть до ВПА, а також виконаний аналіз наслідків розривів (течі) високоенергетичних трубопроводів. У пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] представлені результати аналізу внутрішніх затоплень при роботі енергоблока на зниженому рівні потужності та в стані зупину.

В рамках розробки інтегральної моделі ІАБ 1-го і 2-го рівня для повного спектру вихідних подій для всіх станів РУ матеріали ІАБ внутрішніх затоплень на НРП і при ЗРПіСЗ були узагальнені і переглянуті. ІАБ внутрішніх затоплень на НРП і ЗРПіСЗ включений в інтегральну модель і оновлений станом на 31.12.2017, при цьому оновлені частоти ВПА і показники надійності станом на 31.12.2017.

Результати кількісної оцінки аварійних послідовностей від вихідних подій, пов'язаних із внутрішніми затопленнями на енергоблоці № 5 ЗАЕС, для всіх станів РУ представлено в Табл. 2.14 цього звіту.

### 2.7.2.1.3 Токсичні гази

Вплив токсичних газів і аерозолів розглядається з точки зору забезпечення працездатності експлуатаційного персоналу, що працює на БЩУ і РЩУ. Вплив токсичних газів від джерел, розташованих на майданчику АЕС розглянуто в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63]. У цьому аналізі, який передбачає розгляд внутрішніх подій, аналізуються джерела, розташовані безпосередньо в будівлі головного корпусу енергоблока, де розміщуються БЩУ і РЩУ.

У технологічному процесі виробництва електроенергії на енергоблоці №5 ЗАЕС в різних технологічних схемах використовуються (застосовуються) хімічні реагенти, речовини і розчини [176]. Перелік цих реагентів, клас їх небезпеки відповідно до нормативної документації [64], а також найменування технологічних схем, де вони застосовуються, і будівель (джерел) в яких вони розташовані, наведені в таблиці 3 пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63].

Необхідно відзначити, що [64] з 01.01.2019 не діє, та використовується в аналізі виключно у якості довідкових матеріалів, оскільки на цей час для документа [64] відсутній затверджений аналог.

Решта реагентів (коагулянти, флокулянти, дезактивуючі розчини і т.п.), що застосовуються на енергоблоці в технологічних системах не є шкідливими речовинами.



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 201 |

Всі перераховані речовини розташовані в ємностях поза будівлею головного корпусу. Застосування зазначених речовин в РВ і ТВ обмежена їх дозуванням в теплоносій 1 го і 2 го контурів енергоблока, внаслідок чого їх концентрація в теплоносії знижується.

Не виключена можливість розриву трубопроводів і ємностей 1-го і 2-го контурів енергоблока з подальшим запарюванням приміщень і проникненням в приміщення БЩУ і РЩУ пара, що містить розбавлені токсичні речовини. На випадок аварійного забруднення атмосферного повітря передбачається робота системи кондиціонування в замкнутому режимі і застосування індивідуальних засобів захисту органів дихання. Поєднання цих способів дозволяє виключити ризик впливу токсичних парів на персонал БЩУ і РЩУ.

Ці заходи дозволяють зробити висновок, що в разі розгерметизації обладнання приміщення локалізується, проводиться дезактивація токсичних речовин, тобто відсутній вплив на безпечну експлуатацію енергоблока. Таким чином, даний вид впливів виключається з подальшого розгляду.

Детально заходи щодо запобігання наслідків впливу токсичних газів викладені в ДМАБ книзі 9 частини 3 [250] і книзі 8 частина 5 [251].

#### **2.7.2.1.4 Вибухи**

Внутрішні вибухи є ефектами виникнення ВПА, пов'язаних із загорянням водню в межах машзалу, отже, характеристика, оцінка міри впливу на безпеку енергоблока і наслідки зазначених подій розглядаються в рамках ІАБ внутрішніх пожеж. Тому підходи до виконання аналізу наведені в п. 2.7.2.1.1.

#### **2.7.2.1.5 Падіння важких предметів**

У ДМАБ енергоблока №5 ЗАЕС [249] розглянуті падіння важких предметів в таких будинках:

- падіння важких предметів в реакторному відділенні;
- падіння важких предметів в спецкорпусі;
- падіння важких предметів в турбінному відділенні;
- падіння важких предметів в РДЕС.

Крім того в [175] розглянуто падіння контейнера з відпрацьованим паливом з висоти понад 9 м, а також падіння важких предметів в реактор і басейн витримки при перевантаженні палива.

Якісний аналіз вихідних подій і їх наслідків при впливі падаючих важких предметів на СВБ в спецкорпусі, турбінному відділенні і РДЕС показав, що немає небезпечних наслідків з точки зору виконання функцій безпеки АЕС [249].

В пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] наведено результати аналізу подій, пов'язаних з падінням важких предметів в БВ:

- падіння транспортного контейнера зі свіжими касетами і випадіння касет з контейнера;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 202 |

- падіння чохла зі свіжими касетами і випадіння касет з чохла;
- падіння касети при їх транспортуванні над реактором і басейном витримки;
- падіння контейнера ТК-13 в реакторному відділенні;
- падіння гідрозатвора.

Якісний аналіз даних подій та їх наслідків дозволили виключити їх з розгляду стосовно аналізу БВ.

Таким чином, на підставі результатів якісних оцінок для подальшого аналізу було відібрано падіння важких предметів в реакторному відділенні, які пов'язані з падінням в ГЦК, в корпус реактора, або на інше технологічне обладнання. Відповідно до результатів оцінки частот ВПА, виконаної в рамках ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ВПА на зниженому рівні потужності та при зупиненому реакторі енергоблока №5 ЗАЕС, для експлуатаційного стану ЕС8 «Робота при дренированном першому контурі» частота ВПА Т17 «падіння важких вантажів над активною зоною реактора або ГЦК» становить  $6,15E-03$  1/рік.

Результати кількісної оцінки подій, пов'язаних з падінням важких предметів, представлені в Табл. 2.14 цього звіту.

Як видно з представлених результатів, критерій відсіву подій по частоті ( $10^{-7}$  1/рік відповідно до п.6.3.3.2 СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6]) не виконується, тому дані події підлягають подальшому аналізу.

#### **2.7.2.1.6 Биття трубопроводів, запарювання й зрошення**

Внутрішні події «биття трубопроводів», «запарювання», «зрошення» є ефектами виникнення ВПА, пов'язаних з течами / розривами трубо (паро) проводів за межами ГО, отже, характеристика, оцінка міри впливу на безпеку енергоблока і наслідки зазначених подій, а також підходи до виконання аналізу наведені в п.2.7.2.1.2.

#### **2.7.2.1.7 Викиди гарячих і холодних газів і парів**

В якості можливих джерел викиду гарячих і холодних газів і парів в будівлях і спорудах, що містять СВБ, може розглядатися наступне обладнання:

- трубопроводи та обладнання 1-го і 2-го контурів;
- система азоту і газових сдувок;
- система стисненого повітря на пневмоприводи арматури;
- система водневого охолодження турбогенератора.

Аналіз можливого поширення / впливу викидів пара з трубопроводів 2-го контуру, як в межах зон затоплення, так і при можливому впливі на інші зони затоплень за межами ГО енергоблока №5 ЗАЕС виконаний в рамках ІАБ внутрішніх затоплень, результати якого наведені в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63].

В межах ГО викид пари можливий при розриві трубопроводів 1-го контуру і паропроводів 2-го контуру в межах ГО. Параметри навколишнього середовища в ГО при зазначених розривах трубопроводів наведені в [179]. При цьому, на підставі поданої в [179] переліку приміщень з відповідними умовами «жорстких» параметрів оточення

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 203 |

визначено перелік обладнання, що вимагає підвищення кваліфікації обладнання, розташованого в приміщеннях ГО. Роботи з кваліфікації обладнання тривають на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС відповідно до заходу №10101 КзПБ [15]. Кінцевою метою кваліфікації обладнання є приведення у відповідність характеристик обладнання та умов навколишнього середовища, які можуть утворитися при відповідних початкових подій в приміщеннях, де дане устаткування розміщено.

Система азоту і газових сдувок включає в себе підсистеми подачі азоту низького і високого тиску. Відповідно до аналізу функціонування даних підсистем при відмовах в [175], розриви трубопроводів азоту впливають на безпеку АЕС тільки в разі розриву трубопроводу на підводі азоту до барботера (в не відсікаючій частини) або охолоджувача оргпротечек (в неотсекаємій частини). В цьому випадку може статися підвищення концентрації водню до вибухонебезпечного стану.

При викиді водню в реакторному відділенні в разі несправності в системі азоту і газових сдувок і підвищенні концентрації водню в обладнанні значно нижче вибухонебезпечної концентрації водню енергоблок повинен бути зупинений і переведений в «холодний» стан з виконанням оргтехзаходів щодо недопущення подальшого зростання концентрації водню [68].

На підставі, наведених в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] результатів аналізу, зроблено висновок, що дії, пов'язані з викидом водню на ресиверах водню і подальшим вибухом, не становлять небезпеки для АЕС і можуть бути виключені з подальшого розгляду.

Система стисненого повітря на пневмоприводи арматури призначена для постачання пневмоприводів локалізуючої арматури стисненим повітряним тиском 4.9 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>), а також для підживлення пускових балонів дизель-генераторів при зниженні в них тиску і підведення стисненого повітря до ресиверів повітряних вимикачів генератора КАГ-24. Відповідно до аналізу функціонування даної системи при відмовах в [181], розриви трубопроводів системи не впливають на безпеку АЕС: відмова (розрив) трубопроводу стисненого повітря призводить до падіння тиску в ресивері, зміни витрати стисненого повітря, при цьому вплив відмови на інші системи і безпеку АЕС відсутній.

Аналіз можливого займання/вибуху водню, як локального, в межах турбоагрегату, так і масштабного (катастрофічного) з ушкодженнями усередині будівлі машзалу, потенційними ушкодженнями прилеглих приміщень і порушенням структурної цілісності будівлі. Такий аналіз для енергоблока №5 ЗАЕС був виконаний в рамках ІАБ внутрішніх пожеж, результати якого наведені в [57]. Вплив можливого займання/вибуху водню в турбінному відділенні розглядається в рамках ФБ-6 [57].

Таким чином, викиди гарячих і холодних газів та пари не вимагають окремого розгляду в даному аналізі за виключенням викидів пари з трубопроводів 2-го контуру, що розглядається в п. 2.7.2.1.2 і викиду водню в турбінному відділенні, розглянутого в п. 2.7.2.1.1.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 204 |

### 2.7.2.1.8 Вібрація

Попередній аналіз можливих джерел вібрації на енергоблоці показав необхідність розгляду в цьому підрозділі наступного обладнання:

- технологічне обладнання;
- обладнання систем вентиляції;
- трубопроводи 1-го і 2-го контурів.

Для попередження шкідливого впливу вібрації від технологічного обладнання, на постійних робочих місцях передбачені наступні рішення:

- технологічне обладнання розміщено з урахуванням створення мінімальних рівнів вібрації на робочих місцях;
- будівельні конструкції, підстави і перекриття під обладнання обрані з урахуванням забезпечення гігієнічних норм вібрації на робочих місцях;
- застосовується найменш вібронебезпечного обладнання, яке встановлюється на вібраційні опори.

Для зниження шуму і вібрацій від працюючих вентиляційних установок до значень, що не перевищують допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях, на енергоблоці передбачені наступні заходи:

- установка відцентрових вентиляторів на віброізоляторах;
- з'єднання вентустановок з повітроводами через гнучкі вставки;
- обмеження швидкості руху повітря в повітроводах, що забезпечує рівні шуму, що генерується регулюючими і повітророзподільними пристроями, в обслуговуваних приміщеннях в допустимих межах;
- підбір вентагрегатами з найменшими питомими рівнями звукової потужності;
- робота вентиляторів в режимі максимального ККД;
- установка шумоглушників в вентиляційних системах, обслуговуючих приміщеннях з постійним перебуванням людей;
- установка на стінах і стелях венткамер звукопоглинальних конструкцій.

Оцінка впливу вібрації виконується при періодичній атестації робочих місць відповідно до вимог ОРД ВП ЗАЕС. Допустимі рівні вібрації не перевищують нормованих значень відповідно до санітарних норм ДСН 3.3.6.039-99 [183].

З точки зору впливу вібрації на обладнання, до основного джерела таких вібрацій можна віднести вплив гідроударів в обладнанні енергоблока.

Для попередження наслідків впливу вібрації від гідроударів, що виникають в обладнанні ЯПВУ, передбачені наступні рішення [180]:

- в контурі ГЦК передбачений компенсатор тиску;
- на ГЦТ встановлені обмежувачі (аварійні опори) для виключення зміщення трубопроводів при розривах і гідроударах;
- для ГЦН передбачені гідроамортизатори і тяги;

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 205 |
| <p>• для ПГ передбачені гідроамортизатори і опорна конструкція, яка розрахована на сприйняття реактивного зусилля, що виникає в аварійній ситуації при поперечному розриві ГЦТ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• на трубопроводах встановлено компенсатори переміщень;</li> <li>• подача живильної води в ПГ організована з урахуванням недопущення гідроударів.</li> </ul> <p>У процесі ліквідації на енергоблоці порушень нормальної експлуатації оперативний персонал цього енергоблока зобов'язаний забезпечити виключення гідроударів в обладнанні енергоблока і забезпечуючих системах [182].</p> <p>Основна функція системи компенсації тиску складається в створенні тиску в першому контурі, підтримання його в стаціонарних режимах і обмеження відхилень тиску в перехідних і аварійних режимах, в зв'язку з температурними змінами обсягу теплоносія. При цьому, обмеження відхилень тиску від номінального значення досягається за рахунок стиснення чи розширення парової подушки в компенсаторі тиску, скипання води. Водяний обсяг також бере участь в процесі компенсації обсягу - при розширенні пара вода в компенсаторі тиску випаровується, сприяючи, тим самим, підтримці тиску, а при стисненні парової фази відбувається її конденсація на поверхні води, що обмежує зростання тиску. Трубопровід вприскування в КТ спроектований так, щоб уникнути неприпустимих теплових ударів під час включення вприскування. Для сприйняття сейсмічних навантажень встановлені два гідроамортизатора, які сприймають і реактивні сили при спрацьовуванні ІЗП КТ [180].</p> <p>Головні циркуляційні насоси з допомогою стаціонарних опор, які не перешкоджають горизонтальним зміщенням обладнання, спираються на перекриття в трьох точках. Для закріплення насосів від вертикальних зсувів вгору при розривах ГЦТ і сейсмічних впливах на кожному насосі передбачені три тяги. Для сприйняття реактивних зусиль від розриву ГЦТ передбачені аварійні опори, виконані у вигляді зварних коробчастих конструкцій, що встановлюються під коліна з зазором порядку кілька міліметрів. Як протисейсмічних опор насосів використовуються два ряди гідроамортизаторів. Контроль положення поршнів гідроамортизаторів проводиться під час всього терміну експлуатації. Міцність елементів кріплення гідроамортизаторів розглянута при ПЗ і МРЗ, а міцність аварійних елементів кріплення (опор, тяг) розглянута при розривах ГЦТ [180].</p> <p>Для сприйняття сейсмічних навантажень, які можуть діяти на парогенератор в горизонтальному напрямку, передбачена система гідроамортизаторів. Система гідроамортизаторів ПГ і механічна система опор допускає переміщення парогенератора від термічного розширення трубопроводів [180].</p> <p>У тих випадках, коли за технологічними умовами в момент включення регулятора не допускається переміщення регулюючого органу, використовуються схеми «ненаголошеного» включення. Це досягається попередньо автоматичним балансуванням регулятора. Балансування здійснюється схемою перемикачів впливу регулюючого приладу на допоміжний інтегратор (імпульсний інтегратор або пристрій динамічної</p> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 206 |

зв'язку), вихідний сигнал якого подається на вхід регулятора і зіставляється з поточним значенням регульованого параметра [180].

Ці заходи дозволяють зробити висновок, що надмірна вібрація від внутрішніх джерел є незначною, тобто відсутній вплив на безпечну експлуатацію енергоблока. Таким чином, даний вид впливів виключається з подальшого розгляду.

#### **2.7.2.1.9 Руйнування будівельних конструкцій**

Будівельні конструкції, основи і фундаменти будівель та споруд АЕС запроєктовані відповідно до чинних на період виконання проєкту нормативно-технічними документами та щодо задоволенні пред'явлених до них вимог по міцності (включаючи недопущення руйнування будівельних конструкцій), вогнестійкості і стійкості до зовнішніх впливів відповідають нормативним вимогам і критеріям безпеки.

Відповідний аналіз стійкості і збереження основних функціональних характеристик будівельних конструкцій будівель і споруд, що містять СВБ, наведено в [175].

Згаданий детальний аналіз виконаний з урахуванням змін і додаткових факторів в характеристиці зовнішніх впливів. В результаті виконаних аналізів визначено можливі наслідки та можливі компенсуючі заходи (технічні і організаційні).

Відповідно до п. 1.24 ПиН АЭ-5.6 «Нормы строительного Проектирования АС с реакторами различного типа» [184] проєктний термін експлуатації АС приймається 40 років. Після закінчення проєктного терміну експлуатації виконується оцінка технічного стану і перепризначення ресурсу АЕС з продовженням терміну експлуатації.

Аналіз, виконаний в [175], показує, що заходи з моніторингу та підтримання належного стану будівельних конструкцій, забезпечують безпечну експлуатацію енергоблока. Таким чином, даний вид впливів виключається з подальшого розгляду.

#### **2.7.2.1.10 Електромагнітні та радіочастотні перешкоди**

Електромагнітна сумісність (ЕМС) - це здатність технічного засобу функціонувати з заданою якістю в заданій електромагнітній обстановці і не створювати неприпустимих електромагнітних завад іншим технічним засобам.

Електромагнітна сумісність (ЕМС) - це здатність технічного засобу функціонувати з заданою якістю в заданій електромагнітній обстановці і не створювати неприпустимих електромагнітних завад іншим технічним засобам. Впливу розглядаються з точки зору забезпечення працездатності систем електропостачання, зв'язку та СКУ. Як джерела зовнішніх подій розглядаються удари блискавки, грозові перенапруги, занос високих потенціалів через надземні і підземні комунікації.

При впливі розряду блискавки джерелом перешкод є електромагнітний імпульс, що складається з струму блискавки і спричинених цим струмом електричних і магнітних полів. Цей імпульс є джерелом перешкод високої енергії в широкому частотному діапазоні, домінуючим над іншими розглянутими джерелами перешкод.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 207 |

На об'єктах електроенергетики передавачами електромагнітних впливів, які можуть впливати на автоматичні і автоматизовані системи технологічного управління електротехнічними об'єктами є:

- перехідні процеси в ланцюгах високої напруги при комутаціях силовими вимикачами і роз'єднувачами;
- перехідні процеси в ланцюгах високої напруги при коротких замиканнях, спрацьовуванні розрядників або обмежувачів перенапруг;
- електричні і магнітні поля промислової частоти, створювані силовим обладнанням;
- перехідні процеси в заземлюючих пристроях високовольтних розподільних пристроїв, обумовлені струмами КЗ промислової частоти і струмами блискавок;
- перехідні процеси при комутаціях в індуктивних ланцюгах низької напруги;
- перехідні процеси в ланцюгах різних класів напруги при ударах блискавки безпосередньо в об'єкт або поблизу нього;
- розряди статичної електрики;
- електромагнітні обурення в колах оперативного струму.

Застосовувані ТЗА і ПТК розроблені і експлуатуються відповідно до вимог що пред'являються документами НП 306.2.202-2015 [157] і СОУ НАЕК 100:2016 [156] — це, в свою чергу гарантує несприйнятливості до впливу перешкод з мережі електроживлення, з контуру заземлення, по ланцюгах передачі сигналів і команд, ліній зв'язку, а також по простору приміщень, в яких вони розміщені.

Для ТСА і ПТК забезпечується стійкість до впливу електромагнітних зовнішніх чинників (електромагнітних перешкод), можливих в робочих і граничних умовах експлуатації енергоблока:

- електростатичних розрядів;
- радіочастотних електромагнітних полів випромінювання;
- швидких перехідних процесів / пакетів імпульсів;
- сплесків напруги і струму;
- кондуктивних перешкод, індукованих радіочастотними полями;
- магнітних полів частоти мережі;
- імпульсних магнітних полів; затухаючого коливального магнітного поля;
- коливальних згасаючих перешкод;
- кондуктивних несиметричних завад в діапазоні від 0 до 150 кГц;
- перешкод в лініях заземлення.

Стійкість до електромагнітних завад забезпечується при розробці ТЗА і ПТК і зберігається при їх виготовленні і експлуатації.

При перевірці стійкості до електромагнітних перешкод застосовуються випробувальні впливи, що імітують електромагнітні перешкоди кожного виду. Параметри і місця подачі випробувальних впливів вказуються для кожного виду електромагнітних завад в технічних вимогах до ТЗА, ПТК та їх компонентів з

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 208 |

урахуванням класів безпеки пристроїв, а також якісних ознак, що характеризують електромагнітну обстановку в місцях, де вони експлуатуються.

В процесі проєктування, проведення монтажних робіт та експлуатації забезпечується і підтримується електромагнітна обстановка в місцях розташування ТЗА і експлуатаційно-автономних складових частин ПТК, яка за якісними ознаками має таку ж або меншу жорсткість, ніж та, що враховувалася при визначенні випробувальних впливів і перевірці стійкості цих пристроїв до електромагнітних завад кожного виду.

ТЗА і експлуатаційно-автономні складові частини ПТК при їх включенні, роботі і відключенні не створюють комутаційних перешкод, які викликали б збої в роботі інших виробів, підключених до тієї ж мережі первинного електроживлення або до того ж джерела вторинного електроживлення.

Рівень випромінюваних перешкод при роботі, включення і відключення автономно-експлуатаційних частин ПТК не перевищують значень, встановлених в ДСТУ EN 55022 [185]:

- 30МГц–1ГГц, якщо внутрішня робоча частота до 108МГц;
- 30МГц–2ГГц, якщо внутрішня робоча частота до 500МГц;
- 30МГц–5ГГц, внутрішня робоча частота до 1ГГц;
- 30МГц–6ГГц, якщо внутрішня робоча частота вище 1ГГц.

Для ТЗА і ПТК забезпечується стійкість до впливу електромагнітних зовнішніх чинників (електромагнітних перешкод), можливих в робочих і граничних умовах експлуатації енергоблока. Таким чином, даний вид впливів виключається з подальшого розгляду.

#### **2.7.2.1.11 Втрата забезпечують системі**

У категорії втрат забезпечуючих систем розглядається:

- втрата води, що охолоджує;
- втрата енергопостачання.

Дані події враховані в рамках виконання ІАБ повного спектру вихідних подій для всіх регламентних станів РУ та БВ енергоблока №5 ЗАЕС. Результати аналізу наведено в ФБ-7 [63]. Нижче наведено короткий опис даних ВПА.

#### **Втрата охолоджуючої води**

В якості забезпечуючих систем охолоджуючої води розглядаються наступні системи:

- система технічної води відповідальних споживачів;
- система технічної води невідповідальних споживачів.

Система технічної води відповідальних споживачів призначена для подачі охолоджуючої води до споживачів РВ і РДЕС, які з причин технологічного ведення процесу в режимі нормальної експлуатації і в аварійних режимах вимагають стабільного забезпечення відводу тепла. Система технічної води невідповідальних споживачів групи «В» призначена для подачі охолоджуючої води до споживачів РВ і машзалу, які з



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 209 |

причин технологічного ведення процесу, в режимі нормальної експлуатації, вимагають стабільного забезпечення відводу тепла.

Втрата/відмова систем техводи відповідальних і невідповідальних споживачів розглядаються в якості ВПА Т12 «Втрата техводи відповідальних споживачів» і ВПА Т9 «Втрата системи техводи невідповідальних споживачів», відповідно. Опис груп ВПА Т9, Т12 наведено в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63]. Частота виникнення ВПА Т9 становить  $7,05E-07$  1/рік, частота виникнення ВПА Т12 —  $2,46E-06$  1/рік.

Відповідно до наведених в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] критеріїв відсіву, виникнення даних ВПА може бути виключено з розгляду в аналізі внутрішніх екстремальних впливів, внаслідок їх обліку в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів.

### **Втрата енергопостачання**

Події, пов'язані з втратою енергопостачання, розглянуті в ІАБ повного спектру вихідних подій для всіх регламентних станів РУ Результати аналізу містяться в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63]. Втрата енергопостачання в залежності від ініційованих відмов у системах електропостачання власних потреб або системи надійного електропостачання може призводити до ВПА:

- Т1 «Втрата електропостачання власних потреб»;
- Т8 «Втрата однієї секції 6 кВ системи безпеки».

Під вихідною подією Т1 розуміється знеструмлення всіх секцій 6 кВ власних потреб блока. Причинами такої аварії можуть бути порушення стійкості енергосистеми, короткі замикання в зовнішній мережі або в електрообладнанні підстанцій АЕС. Знеструмлення енергоблока призводить до порушення нормального відводу тепла по 1-му і 2-му контурах внаслідок відключення ГЦН, зупинки ТГ з втратою вакууму і втрати одного з кінцевих джерел поглинання тепла - системи циркуляції.

У групі Т8 розглядаються випадки втрати постачання однієї секцією (BV, BW, VX) без можливості його відновлення. Дані події можуть відбутися через коротке замикання на секції з заборону роботи ДГ аварійної секції. Виникнення даного ВПА призводить до залежної відмови 1 з 3-х каналів СБ, тобто призводить до зниження резерву каналів систем необхідних для безпечної зупинки енергоблока. Виникнення даної події може призвести до спрацювання АЗ, спрацювання технологічних захистів («розривні захисти») при знеструмленні датчиків; помилковому спрацюванні РОП, попереджувального захисту, УПЗ, захистів САОЗ.

Детальний опис ВПА груп Т1, Т8 наведено в [63]. За даними [63] частота виникнення ВПА Т1 складає  $3,57E-02$  1/рік, частота виникнення ВПА Т8 -  $2,20E-02$  1/рік.

Відповідно до наведених в пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] критеріїв відсіву, впливи, що виникають в результаті втрати енергопостачання, можуть бути виключені з розгляду в аналізі внутрішніх екстремальних впливів, внаслідок їх обліку в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 210 |

### **2.7.2.1.12 Відсутність або низька потужність систем кондиціонування повітря**

Вентиляційні системи та системи кондиціонування повітря призначені для відводу тепла і забезпечення проектних умов роботи обладнання в приміщеннях.

Відповідно до пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] системи вентиляції та кондиціонування повітря не виконують функцій безпеки і відносяться до забезпечуючих систем. У всіх режимах роботи енергоблока системи вентиляції та кондиціонування повітря виконує функцію охолодження приміщень з електротехнічним обладнанням.

В пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] наведено опис всіх систем вентиляції та кондиціонування повітря енергоблока №5 ЗАЕС.

Наслідки можливих відмов систем вентиляції та кондиціонування повітря детально розглянуті в аналізі вторинних критеріїв успіху для всіх систем, аналізованих в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів. Відповідно до результатів аналізу пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63] встановлені критичні відмови для систем вентиляції TL06, TL29, TL09, TL25, TL45 і системи кондиціонування повітря UV09. Відмова вентиляційних систем TL06, TL29 веде до залежної відмови обладнання системи продувки-підживлення першого контуру в приміщеннях А119/1-3 и А018/1-3. Відмова систем вентиляції TL09, TL25, TL45 призводить до відмови насосів промконура в приміщеннях А317/1,2,3. Втрата системи кондиціонування UV09 може привезти до відмови елементів АБП через 1 рік, при роботі АБП під повним навантаженням у спекотну пору року.

Всі виявлені критичні відмови систем вентиляції та кондиціонування повітря, що призводять до залежних відмов забезпечуваних систем, при аналізі систем і їх конфігурацій в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів були включені в дерева відмов.

Таким чином згідно з пп.2.4.2.1, 2.4.3.1, 2.4.4.1 ФБ-7 [63], події з відсутністю або низькою потужністю систем кондиціонування повітря можуть бути виключені з розгляду в аналізі внутрішніх екстремальних впливів, внаслідок їх обліку в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів.

### **2.7.2.2 Зовнішні події**

#### **2.7.2.2.1 Повені й затоплення**

##### *Затоплення майданчика АЕС в результаті злив*

За результатами аналізу майданчика ЗАЕС, наведеного в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], не виявлено елементів, які можуть піддатися затоплення і привести до створення аварійної ситуації. Для забезпечення захисту території АЕС від атмосферних опадів передбачені системи водостоків будівель і система промливневої каналізації майданчика. При цьому майданчик ЗАЕС має ухил у бік берегової лінії Каховського водосховища. Входи в будівлі і споруди АЕС мають встановлений нормативними документами необхідний підйом над рівнем планування майданчика. Порівнюючи висоту підйому води під час інтенсивного дощу з відмітками висот інженерних споруд над територією майданчика, і з огляду на наявність дощової каналізації на майданчику

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 211 |

АЕС, можна зробити висновок, що затікання води всередину споруд АЕС не відбудеться.

При сильних дощах можливі порушення в роботі обладнання ВРП та іншого обладнання системи нормального електропостачання, які, в принципі, можуть привести до ВПА, розглянутим в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів в групі Т1 «Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання». За даними пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] до цієї групи в ІАБ для внутрішніх ВПА включені події, пов'язані з втратою зовнішніх (ВРП, включаючи зовнішню мережу) і внутрішніх (трансформатори власних потреб, включаючи резервні) джерел нормального електропостачання енергоблока. При визначенні частот ВПА на підставі обробки статистики реально зафіксованих при експлуатації енергоблоків подій, враховувалися різні ініціатори, в тому числі, випадки, в яких ВПА були ініційовані зовнішніми факторами. З огляду на це, можливий безпосередній вплив дощу на електрообладнання енергоблока може бути виключений з подальшого розгляду на підставі одного з критеріїв якісного відсіву, так як можливий негативний вплив на енергоблок від розглянутого зовнішнього впливу не перевищує наслідки від внутрішнього ВПА.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що сильні дощі не становлять небезпеки для споруд і елементів АЕС, і даний вплив може бути відсіяно.

#### *Річкових затоплення*

До таких затоплень відноситься затоплення, викликана пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 проривом гребель Дніпровського каскаду. Аналіз даного виду впливу виконаний в ФБ-7 [63].

Оцінка подій, пов'язаних з проривом гребель, виконана для найбільш консервативного випадку, в якості якого розглядається прорив всіх гребель Дніпровського каскаду вище розташування ЗАЕС та збереження працездатності греблі Каховської ГЕС. Визначено максимально можливий рівень в Каховському водосховищі, який дорівнює 19,36 м БС, що нижче за позначку проммайданчика ЗАЕС - 22,0 м БС. Як видно, підйом рівня Каховського водосховища не зробить прямого впливу на енергоблок № 5 ЗАЕС, але можливі порушення в роботі обладнання, розміщеного в будівлі БНС-5, а також порушення в роботі бризкальних басейнів турбінного відділення енергоблоків, розташованих в каналах ставка - охолоджувача.

Відповідно до результатів кількісної оцінки, наведеної в [63] при найбільш консервативних припущеннях, ЧПАЗ енергоблока №5 ЗАЕС від впливів, викликаних зовнішнім затопленням, складе  $1E-03 * 3.71E-09 = 3.71E-12$  1/рік, що становить менше 1% (0,1%) від ЧПАЗ внутрішніх ВПА. Отримане значення нижче критерію відсіву.

Таким чином, події пов'язані з річковими затопленнями виключаються з подальшого розгляду на підставі незначного впливу на ЧПАЗ.

Таким чином, дії на АЕС, пов'язані з затопленням майданчика АЕС в результаті випадання сильних дощів (злив) і річкових затоплень виключаються з подальшого розгляду в рамках аналізу впливу зовнішніх подій на безпеку енергоблока.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 212 |

### *Грунтові води*

Відповідно до результатів аналізу, наведених у пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], існування на ЗАЕС системи моніторингу за рівнем підземних вод, а так само систем дренажів і водозниження, які вносять визначальний внесок в рівень ґрунтових вод, дозволяють зробити висновок про контроль за проєктним межею рівня ґрунтових вод. Прі не перевищенні проєктного критерію системи енергоблока невразливі до фактору рівня підземних (ґрунтових) вод. У разі зупинки (відмов) роботи насосної станції водозниження, рівень ґрунтових вод буде зростати, але швидкість росту буде незначна, що дозволяє виконати заходи щодо запобігання затопленню уразливого обладнання на майданчику ЗАЕС. Статистичних даних по впливу ґрунтових вод на обладнання, що призводять до аварійного останову енергоблоків немає за весь час експлуатації. Відповідно при наявних на ЗАЕС заходи щодо запобігання високого рівня ґрунтових вод, даний природний фактор в ІАБ 1-го для зовнішніх впливів може не розглядатися.

Таким чином, події на АЕС, пов'язані з затопленням майданчика в результаті впливу ґрунтових вод виключаються з подальшого розгляду в рамках аналізу впливу зовнішніх подій на безпеку енергоблока.

#### **2.7.2.2.2 Урагани і смерчі**

##### *Сильні вітри, урагани*

На підставі даних, наведених у пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], навантаження, що виникають в результаті вітрового тиску на будівлі ЗАЕС, не перевищують 7,1 кПа. Таке навантаження менше вибухостійкого елементів будівельних конструкцій, що свідчить про запас міцності достатній для затвердження того, що для будівель і споруд ЗАЕС сильні вітри не становлять небезпеки. Вплив сильного вітру на світлоаераційні панелі ТО, транспортні ворота, вікна та двері БНС може викликати пошкодження панелей або зрив з петель погано замкнених дверей або воріт, що в свою чергу може викликати відмови устаткування, схильного до таких дій в цих будівлях. Відмови, викликані таким впливом, були проаналізовані і виключені з розгляду на підставі незначного (менше 1%) вкладу в ЧПАЗ. Таким чином, дії на будівлі АЕС, пов'язані з сильними вітрами (ураганами), виключаються з подальшого розгляду.

Вплив сильного вітру на ВРП і лінії електропередач може привести до обривів гнучких ліній зв'язку, що з'єднують енергоблок з ОРУ-750 кВ, і гнучкою лінії зв'язку 150 кВ з резервними трансформаторами, і як наслідок ВПА Т1 «Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання». Виникнення даного ВПА, через вітрових впливів, що не пов'язано з виникненням додаткових відмов і може бути виключено з розгляду, оскільки це ВПА розглянуто в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів і події, пов'язані з впливом вітрів враховані в розрахунку частот ВПА.

##### *Смерчі*

Відповідно до даних, наведених в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], розрахована консервативно сумарна річна частота виникнення смерчів в районі розташування ЗАЕС складає  $5,24E-06$  1/рік, що перевищує встановлений у НП 306.2.141-2008 [3] критерій

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 213 |

відсіву подій ( $10^{-7}$  1/рік). Дана подія не виключена з розгляду і надалі враховано при оцінці ризику пошкодження активної зони від зовнішніх впливів.

### 2.7.2.2.3 Максимальні і мінімальні температури

Вплив максимальних і мінімальних температур повітря на будівлі, споруди та елементи систем безпеки ЗАЕС розглянуто в п.2.4.2.2.4 ФБ-7 [63].

До систем енергоблока, схильним до дії високих температур, відносяться:

- електронні компоненти систем технологічних захистів 1-го і 2-го контурів і УКТС, системи аварійного захисту, АКНП;
- автоматика ступеневої пуску РДЕС;
- регулятори 1-го і 2-го контурів;
- конденсатно-вакуумна система (підвищення температури ставка охолоджувача).

Вплив високих температур на перераховані вище системи може призводити до останову енергоблока, обліковується в аналізі внутрішніх вихідних подій в ВПА ТЗ1 «Перехідні процеси, що ведуть до спрацьовування АЗ» і ВПА ТЗ2 «Відмова конденсатно-вакуумної системи». Однак, за даними п.3.3.10.2 [61] випадків ініціювання зазначених ВПА від впливу високих температур на АЕС України не зафіксовано. Для оцінки частоти ВПА застосований метод консервативної байєсівської оцінки ( $n = 0,5$ ). Період спостереження на 31.12.2017 для специфічних даних склав 23 реакторо-років, для узагальнених - 221 реакторо-років. Частота розглянутого ВПА оцінена як  $4.03E-03$  1/рік п.3.3.10.2 [61].

Виконана в п.3.3.10.2 [61] кількісна оцінка даних ВПА при найбільш консервативних припущеннях дає значення ЧПАЗ для даного впливу дорівнює  $4.03E-03 * 3.71E-09 = 1.50E-11$  1/рік, що значно нижче 1% від ЧПАЗ внутрішніх ВПА.

До систем енергоблока, схильним до дії низьких температур, відносяться:

- система технологічних захистів 1 контуру;
- система технологічних захистів 2 контуру;
- система аварійного захисту;
- обладнання електроживлення СУЗ;
- підсистема АКНП.

За результатами системного аналізу визначено, що можливі відмови зазначених систем можуть призводити до ВПА ТЗ1 «Перехідні процеси, що ведуть до спрацьовування АЗ». Частота перевищення мінімальної проектної температури ( $-34$  °C) відповідно до п.3.3.10.1 [61] не перевищує  $1E-02$  1/год. Виконана в [61] оцінка ЧПАЗ для даного впливу склала  $3,71E-11$  1/рік, що значно нижче 1% від ЧПАЗ внутрішніх ВПА.

Таким чином, вплив низьких температур також виключено з подальшого розгляду на підставі незначного вкладу в ЧПАЗ.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 214 |

#### **2.7.2.2.4 Вологість повітря**

Середньорічне значення абсолютної вологості 9,2 гПа. Найбільша середньомісячна вологість 14,5-15,8 гПа відзначається влітку (червень-серпень), найменша 4,4-4,5 гПа - взимку (січень-лютий).

Середньорічна відносна вологість 72%. Найбільша відносна вологість 85-87% відзначається в холодний період року (листопад - лютий), найменша 58-64% - в теплий період (травень - вересень).

Середньорічне значення дефіциту вологості 5,6 гПа.

Відносна вологість найбільш спекотних доби (липень 1996 р.) склала 47%, найбільш спекотною п'ятиденки (липень 1996 р.) - 47%, спекотної декади (липень-серпень 1998 р.) - 52%.

У районі АЕС середнє число днів з відносною вологістю повітря в 13 годин 80% і більше одно 95 днів.

Середнє число днів з відносною вологістю повітря 30% і менше хоча б в один з термінів спостережень одно 39 днів (МС Запоріжжя).

Це не є критичним атмосферним явищем, проте в поєднанні з іншими метеорологічними чинниками є сприятливою передумовою виникнення більш значущих для безпеки АЕС екстремальних впливів - блискавок, ожеледиці, сильних снігопадів, граду. З урахуванням того, що зазначені дії виключаються з подальшого розгляду, то і вологість повітря може бути виключена.

#### **2.7.2.2.5 Посуха**

Тривала стійка погода з високими для даної місцевості температурами повітря і малою кількістю опадів мало впливає на зниження рівня води в Каховському водосховищі оскільки на р.Дніпро розташовані великі водосховища гідроелектростанцій: Київської, Канівської, Кременчуцької, Дніпродзержинської, Дніпровської, Каховської. Основні показники водосховищ гідровузлів Дніпровського каскаду ГЕС (наведені в пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63]). Наявність ГЕС вище і нижче за течією р. Дніпро дає можливість регулювати її стік і відповідно рівень води в річці в районі АЕС, не допускаючи тривалого зниження рівня води в річці нижче критичного рівня, а нетривалий відсутність підживлення Каховського водосховища на безпеку АЕС не впливає.

#### **2.7.2.2.6 Сильний снігопад**

Вплив сильних снігопадів на перекриття будівель і споруд АЕС, у яких Вплив сильних снігопадів на перекриття будівель і споруд АЕС, в яких знаходяться системи, важливі для безпеки розглянуто в пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], там же наведені дані по проєктним снігових навантажень на будівлі і споруди.

Сильним снігопадом на території України вважається снігопад з кількістю опадів 20 мм і більше за 12 годин і менш. Для району розташування майданчика ЗАЕС середня з найбільших за зиму висот снігового покриву на закритій ділянці дорівнює 14 см,

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 215 |

найбільша - 35 см [67], даний район характеризується малою кількістю випадання снігу. Максимальна кількість опадів при сильних снігопадах, що спостерігається на території Запорізької області за період спостереження близько 20 років склало 128 мм за 24 години [69]. Повторюваність сильних снігопадів для даного регіону становить приблизно 1 раз за 3-5 років (пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63]).

В пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] розглянуто:

- вплив снігу на будівлі і споруди АЕС;
- вплив снігу на ОРУ і лінії електропередач.

Для запобігання скупченню снігу на дахах машзалів енергоблоків та інших будівель на ВП ЗАЕС передбачений ряд організаційно-технічних заходів. Так на рівні цехів в осінньо-зимовий період створюються аварійні і резервні бригади з очищення снігу і льоду на дахах машзалів енергоблоків 1-6, а також на дахах інших будівель, закріплених за підрозділами. У сезон снігопадів проводиться контроль величини снігового покриву, а також льоду і джерел їх появи на дахах будівель і вживаються заходи щодо їх своєчасного видалення. Регламентована товщина сніжного покриву трохи більше 10 см. При перевищенні зазначеної товщини вживаються термінові заходи по усуненню аварійної ситуації. В період сильних снігопадів оперативним персоналом здійснюється додаткові щозмінні огляди дахів машзалів на предмет виявлення місць скупчення снігу і його товщини. Регулюються заходи Вказівкою по станції.

З огляду на, що контрольований рівень снігового покриву значно нижче проектного (10 см проти 36 см) і той факт, що контроль за висотою снігового покриву і його очищення на дахах будівель і споруд ЗАЕС забезпечені системою організаційно-технічних заходів, скупчення снігу на дахах до проектного рівня є подією малоімовірним і може не розглядатися в подальшому.

Крім впливу снігу на даху будівель і споруд у пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] також розглянуто вплив снігу на лінії електропередач, ВРП і інші системи енергозабезпечення. Загалом, сніг не представляє загрози для ЛЕП. Обриви ЛЕП від налипання мокрого снігу - подія малоімовірне.

У будь-якому випадку, обрив гнучких ліній зв'язку або відмови на ВРП і інших систем енергозабезпечення можуть привести до виникнення ВПА Т1 «знеструмленими всіх секцій 6 кВ власних потреб». Виникнення даного ВПА через снігових впливів не пов'язане з виникненням додаткових відмов і може бути виключено з розгляду з тієї причини, що дане ВПА вже розглянуто в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів.

#### **2.7.2.2.7 Ожеледь (обмерзання)**

Вплив ожеледі (обмерзання) розглянуто в пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], при цьому сильна ожеледь може бути причиною порушень роботи ліній електропередач через обрив проводів, руйнування ізоляторів і опор лінії електропередачі.

На підставі розрахунку гранично допустимих навантажень в [70] визначено максимальний діаметр ожеледі, рівний 108 мм, що приводить до обриву проводів ВЛ 750 і 150 кВ і оцінена його частота, складова 6,145Е-03 1/рік. Збір даних про ожеледних

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 216 |

явищах на території України та Запорізької області виконано по 2005 р. [71]. За двадцятирічний період спостереження в Запорізькій області зафіксовано 3 випадки ожеледиці діаметром 21-30 мм і стільки ж діаметром 31-40 мм (на проводах ожеледного верстата). Максимальний діаметр ожеледі на проводах ожеледного верстата склав 34 мм.

У пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] наведено дані про повторюваність ожеледиці (різного за силою) в регіоні розміщення ЗАЕС в період 2006-31.12.2017 з використанням даних [72], [190], [191]. Відповідно до ФБ-7 [63] за період 2006-31.12.2017 рр. в районі ЗАЕС повторюваність і розмір ожеледиці не перевищили зареєстрованих раніше максимальних величин.

За результатами аналізу пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] вплив ожеледі може призводити до обриву проводів гнучких зв'язків основний (750 кВ) і резервної (150 кВ) ліній електропередач, що призводить до ВПА, розглянутим в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів в групі Т1 «Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання». Відповідно до прийнятих в пп2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] критеріїв відсіву, це ВПА, що виникає в результаті ожеледно-вітрових навантажень, може бути виключено з розгляду, як враховане в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів. Таким чином, вплив на АЕС ожеледних відкладень виключається з подальшого розгляду.

#### **2.7.2.2.8 Землетруси**

В якості вихідних даних сейсмічного ІАБ, використовуються результати заходів КзПБ №10101 («Розробка матеріалів і виконання кваліфікації елементів енергоблока») і №18101 «Забезпечення сейсмостійкості систем і будівельних конструкцій».

Згідно з графіком КзПБ енергоблока №5 ЗАЕС за 2018р. терміни виконання заходів наступні:

- №10101 - 31.12.2020;
- №18101 - 31.12.2020;
- №19103 - 31.12.2020.

Відповідно до інформації, наведеної вище, розробка сейсмічного ІАБ для енергоблока №5 ЗАЕС перенесена на більш пізній термін.

В даний час роботи по аналізу сейсмічних впливів виключені з заходу №19103 «Облік повного спектру вихідних подій для всіх регламентних станів РУ та БВ в ІАБ» повідомленням №20 від 28.04.2015 про внесення змін до «Комплексу (зведену) програму підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій України» [15]. Даним повідомленням до складу КзПБ було включено новий захід №19106 «Розробка сейсмічного ІАБ». Повідомлення №20 від 28.04.2015 погоджено листом Держатомрегулювання України №15-11/5702 від 10.09.2015 р Термін виконання заходу КзПБ №19106 «Розробка сейсмічного ІАБ» відповідно до плану-графіка КзПБ - 31.12.2022 [15].



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 217 |

### 2.7.2.2.9 Падіння літальних апаратів

Результати впливу від падіння літальних апаратів на безпеку АЕС наведено в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63].

В рамках виконання аналізу використовувалися отримані з офіційних джерел дані про типи повітряних суден, повітряних коридорах, що проходять поблизу Запорізької АЕС, та прилеглих аеропортах, інтенсивності польотів по виділених коридорам, а також дані про умови експлуатації повітряного транспорту в Україні.

Розрахунок частоти падіння повітряного судна на об'єкти ВП ЗАЕС з урахуванням ефективної площі об'єктів АЕС, важливих для безпеки, наведено в пп. 2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63]. Відповідно до результатів ФБ-7 [63] падіння літаків комерційної авіації було виключено з розгляду за вимогами [42]. Падіння повітряних суден авіації загального призначення на реакторне відділення, ДВ і ЕЕТП, машзал, спецкорпус, бризкальні пристрою і ОРУ-750 були залишені для розгляду на детальному аналізі.

### 2.7.2.2.10 Вибухи

Основними вибухонебезпечними об'єктами, що знаходяться поза майданчиком АЕС і на її території є об'єкти, на яких вибух може стати причиною руйнувань. У пп. 2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], розглянуті впливи вибухів на будівлі і споруди АЕС, які можуть виникнути на:

- автомобільному транспорті;
- залізничному транспорті;
- річковому транспорті;
- вибухонебезпечних об'єктах майданчика АЕС;
- складах вибухових речовин.

Основними параметрами для оцінки вразливості енергоблока, будівель і споруд до різних типів вибухів є проектний критерій по вибухостійкого і параметри повітряної ударної хвилі (ПУХ), а саме величина максимально надлишкового тиску у фронті ПУХ і тривалість фази стиснення. Порівняння цих параметрів ПУХ з проектними критеріями дозволяє зробити висновок про уразливість об'єктів.

За даними пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] найближча автомобільна дорога місцевого значення IV технічної категорії, розташована на відстані 3 км від АЕС. Безпечна відстань при можливої максимальної аварії на автомобільному транспорті при  $P_{доп} = 10$  кПа становить 132 м (дефлаграційним вибух 2.2 т). Отже, вплив на реакторне відділення від потенційних джерел вибухової небезпеки на автомобільному транспорті буде менше 10 кПа [74]. Конструкції реакторного відділення розраховані на 30 кПа.

Таким чином, аварії на магістральному автомобільному транспорті не представляє суттєвої небезпеки для енергоблоків ЗАЕС і виключені з подальшого розгляду.

Відповідно до пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] в регіоні немає великих залізничних транспортних вузлів. Залізнична станція Енергодар знаходиться в 2,4 км від АЕС. Під'їзну залізничну колію АЕС та Запорізької ТЕС примикають до станції

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 218 |

Енергодар. Безпечні відстані при можливих максимальних аваріях на залізничному транспорті при надмірному тиску 10 кПа одно 553 м (при дефлагаційне вибуху 163 т) і 576 м (при вибуху ВР - 100 т). Фактична відстань майже в 4 рази перевищує ці безпечні відстані. При перерахунку на конструкції реакторного відділення, тиск ПУХ від потенційних джерел вибухової небезпеки на залізничному транспорті дорівнюватиме 2.5 кПа, при розрахунку споруд РВ на ударну хвилю 30 кПа.

Таким чином, події пов'язані з аваріями на залізничному транспорті, також виключені з подальшого розгляду.

У пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] розглянуті можливі небезпеки від річкового транспорту. Суди з іншими економічними вантажами проходять по фарватеру Каховського водосховища, який віддалений від АЕС на безпечну відстань (4.0 км). Безпечна відстань при можливої максимальної аварії на водному транспорті при надмірному тиску 10 кПа одно 604 м (дефлагаційним вибух 210 т), що значно менше фактичного відстані в 4000 м.

Таким чином, події пов'язані з аваріями на річковому транспорті, виключені з подальшого розгляду.

Згідно наведеному в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] аналізі потенційних джерел вибухів на майданчику ЗАЕС і в межах 10-км зони, більшість з них можна вважати несуттєвими по відношенню до енергоблока № 5 ЗАЕС. Проведений аналіз показав, що аварії, пов'язані з виробництвом водню, зберіганням дизельного палива, бензину, мазуту і пропан-бутану при використанні найконсервативніших моделей оцінки впливу не перевищують проєктних меж вибухостійкого, розглянутих на майданчику об'єктів, і не можуть надати будь-якого впливу на їх нормальне функціонування. Пожежі на розглянутих об'єктах також не впливають на енергоблок на тій підставі, що фактичні відстані до об'єктів перевищують нормативні протипожежні відстані. Таким чином, техногенні аварії, пов'язані з вибухами на промислових об'єктах в межах 30-ти, 10-ти кілометрової зони і вибухопожежонебезпечних об'єктах майданчика ЗАЕС виключені з подальшого розгляду. Аварії на військових підприємствах також виключені з розгляду через відсутність таких у 30-ти кілометровій зоні ЗАЕС.

Територією проммайданчика ЗАЕС транспортується пропан-бутан. Пропан-бутан перевозиться бортовими автомобілями ЗІЛ-130, ГАЗ-53 в балонах ємністю 50 л в зрідженому вигляді під тиском 0,63 мПа в кількості не більше 50 балонів за рейс.

Події, пов'язані з транспортуванням пропану по території, прилеглої до енергоблока №5 ЗАЕС, згідно наведеному в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] аналізі, виключені з подальшого розгляду на підставі незначного вкладу в ЧПАЗ.

На підставі наведених вище результатів, зроблено висновок, що дії, пов'язані з вибухами, не становлять небезпеки для ЗАЕС і можуть бути виключені з подальшого розгляду, так як дане ЗЕВ характеризуються показниками, які нижче проєктних меж.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 219 |

#### 2.7.2.2.11 Токсичні гази

Вплив токсичних газів на безпеку енергоблока № 5 ЗАЕС розглянуто в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], де проаналізовано події, пов'язані з витоком хімікатів і викидом небезпечних хімічних речовин.

В радіусі 10 км навколо ЗАЕС джерелами викидів можуть бути:

- хлораторна;
- станція очистки питної води м. Енергодар;
- баків господарство хімводоочищення проммайданчика АЕС.

Методика оцінки вразливості енергоблока № 5 ЗАЕС від аварій з витоком хлору та аміаку полягала у визначенні глибини зони ураження і порівнянні її з фактичним відстанню до енергоблока.

Як аварії, що призводить до витоку хлору, розглядалася аварія з пошкодженням (вибухом) одного контейнера з хлором у приміщенні хлораторної.

За даними пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] в результаті виконаної оцінки визначена глибина зони ураження, яка дорівнює 0,91 км. Вказане значення менше фактичного відстані від хлораторної до енергоблока № 5 ЗАЕС, що дорівнює 2 км. Таким чином, аварії з витоком хлору на хлораторній, виключені з подальшого розгляду на підставі віддаленості джерела небезпеки від АЕС. Детальний опис виконаної оцінки представлено в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63].

В рамках аналізу, наведеного в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], були розглянуті потенційні наслідки аварії на станції очистки питної води м. Енергодар, пов'язані з повним пошкодженням контейнера з хлором. В результаті аналізу було встановлено, що зона ГДК для хлору значно менше фактичного відстані від станції очистки питної води м.Енергодар до енергоблока. Таким чином, аварії з витоком хлору на станції очистки питної води м.Енергодар, виключені з подальшого розгляду на підставі віддаленості джерела небезпеки від АЕС.

В якості аварії, що призводить до витоку аміаку, розглядалася аварія з пошкодженням бака розчину аміаку на баків господарстві хімводоочищення проммайданчика ЗАЕС. Визначення глибини зони ураження виконано із застосуванням методики що наведена у пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63]. За даними пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] для наявної кількості розчину аміаку радіус ізоляції при аварії становить 100 м. Це значення менше фактичного відстані до енергоблока № 5 ЗАЕС, рівного 0,750 км. Тобто, аварії з витоком аміаку на баків господарстві, виключені з подальшого розгляду.

Детальний опис оцінки вразливості енергоблока при аваріях з витоком аміаку на баків господарстві хімводоочищення проммайданчика ЗАЕС представлено в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63].

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 220 |

### 2.7.2.2.12 Гради

Оцінка вразливості енергоблока № 5 ЗАЕС до впливу граду виконана в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63].

Попадання великого граду може викликати пошкодження порцелянових ізоляторів ліній електропередачі, трансформаторів і т.д. при підвищеній вологості або через дощ, супутніх граду, що призводить до ВПА, розглянутим в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів в групі.

T1 - «Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання». Згідно пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63], випробуваннями на міцність тарілок ізолятора встановлено, що ізолятор руйнується при енергії удару 392 Дж. Цю енергію має град діаметром 116 мм [70]. В рамках аналізу [61] з певною часткою консерватизму передбачається, що град розміром 90-100 мм призводить до аналогічних пошкоджень. Так само передбачається, що потрапляння граду під певним кутом в світлоаераційні панелі, вікна ТВ, БНС призведе до їх руйнування і можливого пошкодження їх уламками відкритого обладнання в зазначених будинках (вертикальне падіння граду під час штилу і слабкий вітер не приводить до досліджуваних відмов). Таким чином, вплив великого граду ініціює ВПА T1 з додатковими відмовами систем VC10,20 на БНС, RC12S01, RC12S02, RQ11S01, RQ11S02, регуляторів RL71-74 в результаті падіння уламків конструкцій на обладнання вище відм.15 ТО. Виникнення ВПА T1 без додаткових відмов виключено з розгляду, оскільки це ВПА враховано в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів [61].

Наведена в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] кількісна оцінка даного ВПА, при найбільш консервативних припущеннях, дає значення ЧПАЗ 9,47E-10, що значно нижче 1% від ЧПАЗ внутрішніх ВПА і менш 1E-08 1/рік.

Таким чином, вплив граду виключено з подальшого розгляду на підставі незначного вкладу в ЧПАЗ.

### 2.7.2.2.13 Блискавки

Оцінка вразливості енергоблока № 5 ЗАЕС до впливу блискавок наведена в ФБ-7 [63].

На ЗАЕС за розглянутий період часу, мали місце удари і впливу блискавок на дрти гнучкого зв'язку, кабелю, розрядники блокових трансформаторів. Всього було відібрано 6 порушень в роботі енергоблоків ЗАЕС і одне на РАЕС. Тільки чотири з розглянутих подій привели до аварійного останову. Згідно фінального гуртування ВПА для внутрішніх ініціаторів, проведеним в рамках ІАБ-1 для енергоблока № 5 ЗАЕС, дані події можна віднести до групи ВПА T1 - «Знеструмлення всіх секцій нормального електропостачання».

Виконаний аналіз наслідків від ударів блискавок не виявив можливих додаткових відмов обладнання, змодельованого в ІАБ 1-го рівня, за винятком устаткування, що є ініціатором самого ВПА.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 221 |

Таким чином, вплив блискавки виключається з подальшого розгляду, так як зазначені події враховані при розрахунку частот ІАБ 1 рівня для внутрішніх ВПА.

#### **2.7.2.2.14 Біологічні забруднення**

Зважаючи на відсутність в Україні методики розгляду біологічної небезпеки для АЕС проведено аналіз порушень в роботі ЗАЕС, який не виявив жодного події, причиною якого послужило біологічний вплив. Крім того, обладнання АЕС має потенційний контакт з біологічними природними об'єктами має в своєму складі передбачені кошти для захисту від таких. Наприклад: обертові самоочищаються фільтруючі сітки на БНС забезпечують захист від попадання сміття на всас насосів технічної води, в тому числі і риби - в станційної документації встановлена процедура обслуговування цих фільтрів (див. пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63]).

Більш того, беручи до уваги існуючі методи обліку інцидентів як вихідних подій аварій (за фактом їх виникнення, без урахування конкретної першопричини), події, пов'язані з біологічними феноменами, можуть бути побічно враховані при зборі статистичних даних та проведенні розрахунку частот внутрішніх ВПА.

#### **2.7.2.2.15 Вібрація**

Оцінка вразливості енергоблока № 5 ЗАЕС до впливу вібрації наведена в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63].

Джерелом зовнішніх вібрацій в першу чергу є рейковий транспорт. Найбільш інтенсивним вібраціям піддаються будівлі і споруди, що знаходяться поблизу залізничних колій, де коливання ґрунту за рівнем перевершують такі при 6-7 бальних землетрусах. Поблизу ЗАЕС розташована залізнична лінія місцевого значення Таврійський-Каховське Море-Енергодар Придніпровської залізниці довжиною 72 км з вантажним і приміським пасажирським рухом, проходить на відстані 2,4 км від АС. На відстані 2,4 км вібрації від залізничних колій будуть менше 12 дБ (віброшвидкість -  $1,5 * 10^{-4}$  мм/с), що значно менше межі зон вібраційного стану обертових механізмів на АЕС.

Таким чином, зовнішні вібрації на майданчику ЗАЕС від залізниці набагато менше, внутрішніх вібрацій від устаткування реакторної установки. Вплив зовнішніх вібрацій на АЕС виключається з подальшого розгляду.

#### **2.7.2.2.16 Сонячні бурі**

Сонячний вітер - потік іонізованих частинок, що поширюється від сонця до кордону геліосфери, з поступовим зменшенням своєї щільності. Багато природні явища на Землі пов'язані з збуреннями в сонячному вітрі, в тому числі геомагнітні бурі і полярні саява.

Зміни магнітного поля Землі безпосередньо впливають на багато областей людської діяльності. Це і нестабільна робота зв'язку, перешкоди в роботі навігаційних систем, виникнення вихрових індукційних струмів в трансформаторах і навіть руйнування енергетичних систем.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 222 |

Магнітні бурі можуть стати причиною збою в роботі електроніки, систем навігації та зв'язку, що використовують орбітальні апарати. Так, в 1989 році тривала потужна магнітна буря призвела до того, що в енергосистемі канадської провінції Квебек перегоріли трансформатори. Атмосфера Землі нагрілася, піднялася вгору. В результаті низколетящие супутники зійшли з орбіт, деякі з них були втрачені.

Сонце переживає цикли активності, що тривають приблизно 11 років. Максимуми активності бувають низькими і високими. Під час високого максимуму активності на Сонці відбуваються серії спалахів, що призводять до потужних магнітних бурь на Землі, іноді тривалістю до тижня. Настільки екстремальні події відбуваються рідко - приблизно раз в 50 років, однак можуть стати причиною катастрофи, подібної трапилася в Квебеку.

Найпотужнішою за всю історію спостережень геомагнітної бурєю вважається так зване Подія Керрінгтона 1859 року. Потужний спалах на Сонці тоді призвела до того, що полярні саява спостерігалися на Карибських островах, а телеграфні лінії в Європі і Північній Америці вийшли з ладу. Цікаво, що з ліній електропередачі сипалися іскри.

Згідно з сучасними оцінками, повторення бурі такої потужності в наші дні, коли здатних вийти з ладу приладів стало куди більше, ніж в 1859 році, призвело б лише в США до втрат приблизно 2,6 трильйонів доларів.

Ефекти, які може викликати сонячна буря, можна порівняти з тими, які викликаються зовнішніми електромагнітними і радіочастотними перешкодами. Відповідно наслідки від таких впливів розглянуті в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63].

#### 2.7.2.2.17 Електромагнітні та радіочастотні перешкоди

Впливу розглядаються з точки зору забезпечення працездатності систем електропостачання, зв'язку та СКУ. Як джерела зовнішніх подій розглядаються удари блискавки, грозові перенапруги, занос високих потенціалів через надземні і поземною комунікації, вплив сонячних бурь.

При впливі розряду блискавки джерелом перешкод є електромагнітний імпульс (таблиця 2.11 відповідно до [192]), що складається з струму блискавки і спричинених цим струмом електричних і магнітних полів. Цей імпульс є джерелом перешкод високої енергії в широкому частотному діапазоні, домінуючим над іншими розглянутими джерелами перешкод.

Табл. 2.11 – Параметри струму для рівнів блискавкозахисту

| Параметр струму                          | Рівень блискавкозахисту |     |         |
|--|-------------------------|-----|---------|
|  | I                       | II  | III, IV |
| Максимум струму $I$ , кА                 | 200                     | 150 | 100     |
| Тривалість фронту $T_1$ , мкс            | 10                      | 10  | 10      |
| Час полуспаду $T_2$ , мкс                | 350                     | 350 | 350     |
| Заряд в імпульсі $Q_{\text{сум}}$ , Кл   | 100                     | 75  | 50      |
| Питома енергія в імпульсі $W/R$ , МДж/Ом | 10                      | 5,6 | 2,5     |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 223 |

На об'єктах електроенергетики передавачами електромагнітних впливів, які можуть впливати на автоматичні і автоматизовані системи технологічного управління електротехнічними об'єктами є:

- перехідні процеси в ланцюгах високої напруги при комутаціях силовими вимикачами і роз'єднувачами;
- перехідні процеси в ланцюгах високої напруги при коротких замиканнях, спрацьовуванні розрядників або обмежувачів перенапруг;
- електричні і магнітні поля промислової частоти, створювані силовим обладнанням;
- перехідні процеси в заземлюючих пристроях високовольтних розподільних пристроїв, обумовлені струмами КЗ промислової частоти і струмами блискавок;
- перехідні процеси при комутаціях в індуктивних ланцюгах низької напруги;
- перехідні процеси в ланцюгах різних класів напруги при ударах блискавки безпосередньо в об'єкт або поблизу нього;
- розряди статичної електрики;
- електромагнітні обурення в колах оперативного струму.

До передавачів електромагнітних впливів можна віднести: люмінесцентні лампи, колекторні електродвигуни, силова електроніка, зварювальні апарати.

До приймачів електромагнітних впливів відносяться теле- і радіоприймачі, силові електроприймачі, системи автоматизації, керуючі прилади та регулятори, засоби релейного захисту та автоматики, пристрої обробки інформації.

Електричний пристрій вважається сумісним, якщо воно в якості передавача є джерелом електромагнітних завад не вище допустимих, а в якості приймача має допустимої чутливістю до сторонніх впливів, тобто достатньою помехоустойчивістю і імунітетом.

Причинами, що викликають неправдиву роботу пристроїв РЗА при впливі електромагнітних перешкод і впливають на автоматичні і автоматизовані системи технологічного управління електротехнічними об'єктами, є несправність заземлювального пристрою і помилково прийняті рішення при виконанні блискавкозахисту.

Комплекс заходів і пристроїв блискавкозахисту і заземлення забезпечує безпеку персоналу, захист будівель і устаткування електроустановок, електромагнітну сумісність і безпечну роботу автоматичних систем контролю і управління (СКУ), виконаних з застосуванням мікроелектронної і мікропроцесорної техніки.

Система блискавкозахисту та заземлення забезпечує виконання системами контролю і управління, зв'язку, пожежогасіння, радіаційного контролю своїх функцій, в тому числі і забезпечення безпеки.

Зовнішній блискавкозахист складається з пристроїв уловлюють і відводять блискавку, з'єднаних між собою і системою заземлення. Їх завдання полягає в тому, щоб надійно вловити блискавку, відвести струм і розподілити його по землі.

|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 224 |
| <p>Внутрішній захист від блискавки охоплює всі заходи, які необхідні для зменшення електромагнітних впливів, що викликаються блискавкою всередині будівлі, що підлягають захисту.</p> <p>Побудова блискавкозахисту орієнтоване на електромагнітну сумісність. Що виходять за межі блискавкозахисту вимоги до електромагнітної сумісності установок стосуються подальших заходів, які дозволяють і далі зменшувати електромагнітні впливу, викликані блискавкою і впливом інших перешкод. Це стосується вимог по прокладці кабелів, заземлення конструкцій устаткування, кабельних екранів і т.д. Заземлюючих пристроїв виконує функції:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• забезпечення електробезпеки персоналу при пошкодженні ізоляції;</li> <li>• відведення в землю імпульсів струмів з молниєприемників і розрядників;</li> <li>• створення ефективного заземлення нейтралі трансформатора і ланцюгів для роботи захисту від замикання на землю;</li> <li>• захисту обладнання від перенапруг.</li> </ul> <p>Передбачено виконання зовнішнього блискавкозахисту і заземлення, внутрішнього блискавкозахисту та заземлення будівель на майданчику АЕС, конструктивне виконання електротехнічних виробів, обладнання, і апаратури відповідно до Правил та стандартами.</p> <p>Блискавкозахист головного корпусу відповідно до ДСТУ Б.В.2.5-38:2008 [192] виконана по I рівню захисту, сприймає 99% позитивних і негативних розрядів блискавки. Блискавкозахист головного корпусу виконана шляхом створення електрично безперервної металеві сітки на покрівлі, яка з'єднана з зовнішнім контуром заземлення.</p> <p>Для захисту від вторинних проявів блискавки (занесення високого потенціалу) всі металеві комунікації на вводі в спорудження приєднані до зовнішнього контуру заземлення.</p> <p>Для зниження до допустимого значення різниці потенціалів, зумовленої струмами короткого замикання при коротких замиканнях на землю в системах низької та середньої напруги передбачені еквіпотенціальні провідники і шини заземлення, прокладені всередині будівель з електрообладнанням понад 60 В і з'єднані з зовнішньої заземлюючої системою. Заземлюючі шини передбачені:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в приміщеннях розподільних пристроїв і СКУ;</li> <li>• в приміщеннях, де встановлені системи зв'язку;</li> <li>• в приміщеннях, де до еквіпотенційної заземлюючої мережі має бути підключений велику кількість обладнання і компонентів.</li> </ul> <p>Працездатність систем блискавкозахисту та заземлення підтверджується відповідними актами перевірки технічного стану (блискавкозахист розрахована на струми величиною до 200 кА [192]).</p> <p>Електростатичні розряди є результатом вирівнювання потенціалу заряджених джерел і модулі або компонентів СКУ. Наслідки подібного явища пом'якшуються дотриманням певних правил поведження з компонентами, чутливими до впливу</p> |   |          |



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 225 |

статичної електрики. Ці заходи спрямовані на зменшення або запобігання накопичення електричного заряду. У місцях установки обладнання СКУ слід дотримуватися необхідний рівень електричного опору підлог.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що удари блискавки, грозові перенапруги, занос високих потенціалів при виконаних вимогах Правил і стандартів не становлять небезпеки для споруд і елементів АЕС, і дане вплив може бути відсіяно.

#### **2.7.2.2.18 Втрата забезпечуючих систем (охолоджуюча вода, енергопостачання)**

Події з втратою охолоджуючої води і енергопостачання, як уже зазначалося в п. 2.7.1, враховані в рамках виконання ІАБ повного спектру вихідних подій для всіх регламентних станів РУ та БВ енергоблока №5 ЗАЕС, результати якого наведено в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63].

Втрата охолоджуючої води (систем техводи відповідальних і невідповідальних споживачів) розглядаються в якості ВПА Т12 «Втрата техводи відповідальних споживачів» і ВПА Т9 «Втрата системи техводи невідповідальних споживачів», відповідно. Детальний опис груп ВПА Т9, Т12 наведено в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63]. Відповідно до пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] частота виникнення 7,05Е-03 1/рік, частота виникнення ВПА Т12 - 2,46Е-06 1/рік.

Втрата енергопостачання в залежності від ініційованих відмов у системах електропостачання власних потреб або системи надійного електропостачання може призводити до ВПА Т1 «Втрата електропостачання власних потреб» або Т8 «Втрата однієї секції 6 кВ системи безпеки». Детальний опис ВПА груп Т1, Т8 наведено в пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63]. За даними пп.2.4.2.2, 2.4.3.1, 2.4.4.2 ФБ-7 [63] частота виникнення ВПА Т1 становить 3,57Е-02 1/рік, частота виникнення ВПА Т8 – 2,20Е-02 1/рік.

Відповідно до прийнятих критеріїв відсіву, впливи, що виникають в результаті втрати забезпечують систем (охолоджуюча вода, енергопостачання), виключаються з розгляду в аналізі зовнішніх екстремальних впливів, внаслідок їх обліку в ІАБ 1-го рівня для внутрішніх ініціаторів.

#### **2.7.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-7 «Аналіз впливу на безпеку енергоблока №5 зовнішніх і внутрішніх подій»**

Відповідно до переліку внутрішніх подій (п. 2.7.2.1) проаналізовані наступні події:

- пожежі;
- затоплення;
- токсичні та/або корозійні рідини і гази;
- вибухи;
- падіння важких предметів;
- биття трубопроводів, запарювання і зрошення;
- викиди гарячих і холодних газів і парів;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 226 |

- вібрація;
- руйнування будівельних конструкцій;
- електромагнітні та радіочастотні перешкоди;
- втрата забезпечують систем;
- відсутність або низька потужність систем кондиціонування повітря;
- вплив летючих предметів

З точки зору оцінки частоти їх виникнення та впливу на споруди, системи та елементи енергоблока, за критерієм відбору подій по частоті їх виникнення більш  $10^{-7}$  1/рік всі вищевказані дії були детально проаналізовані, за винятком токсичних газів, вплив яких було проаналізовано на якісному рівні за характером впливу на роботу енергоблока.

Для подальшого аналізу були виділені:

- внутрішні пожежі;
- внутрішні затоплення;
- внутрішні вибухи;
- падіння важких предметів;
- биття трубопроводів, запарювання, зрошення (вплив спектра просторових взаємодій);
- викиди гарячих і холодних газів і парів.

З розглянутого в п. 2.7.2.2 переліку зовнішніх екстремальних подій виключені з детального розгляду по частоті виникнення менш  $10^{-7}$  або такі, що мають незначний вплив на безпеку енергоблока наступні події:

- повені і затоплення;
- гідрогеологічні та гідрологічні впливу (екстремальні рівні ґрунтових вод);
- максимальні і мінімальні температури;
- високий рівень вологості;
- посуха;
- сильний снігопад;
- ожеледь;
- зовнішні пожежі;
- вибухи;
- токсичні та/або корозійні рідини і гази;
- град;
- блискавки;
- вібрація;
- сонячні бурі;
- біологічні забруднення;
- електромагнітні та радіочастотні перешкоди;
- втрата забезпечують систем.

Для подальшого аналізу з зовнішніх впливів були виділені:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 227 |

- смерчі;
- падіння літальних апаратів;
- землетрусу.

Кількісні показники впливу на безпеку енергоблока вищевказаних подій характеризуються значеннями (див. Табл. 2.14), що задовольняють критеріям безпеки, встановленим в НП 306.2.141-2008 [3], і критеріям безпеки МАГАТЕ для діючих енергоблоків АЕС.

Також слід зазначити, що зіставлення представлених в Табл. 2.14 кількісних показників впливу на безпеку з ймовірними критеріями безпеки виконано для окремих подій. У свою чергу, порівняння сумарних значень ЧПАЗ і ЧГАВ за результатами окремих досліджень буде надмірно консервативним і не коректним. Для отримання коректних результатів, відповідно до положень п. 4.21 НП 306.2.141-2008 [3], з критеріями безпеки повинні порівнюватися інтегральні значення ЧПАЗ і ЧГАВ, що може бути виконано при аналізі результатів розробки інтегральної ймовірнісної моделі енергоблока №5 ЗАЕС для повного спектру вихідних подій. У свою чергу, порівняння інтегральних значень ЧПАЗ і ЧГАВ від повного спектра вихідних подій при всіх можливих станах.

Табл. 2.14 Кількісні характеристики впливу на безпеку енергоблока №5 ЗАЕС внутрішніх і зовнішніх впливів

| № п/п                               | Найменування впливу              | ЧПАЗ<br>(ЧПП для ІАБ БВ),<br>ЧПАВ, 1/рік |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| <b>Внутрішні екстремальні події</b> |                                  |  |
| 1                                   | ІАБ-1 РУ ВП всіх ЕС              | 8.66-07                                  |
|                                     | ІАБ-2 РУ ВП всіх ЕС              | 2,40E-07                                 |
|                                     | ІАБ-1 БВ ВП всіх ЕС              | 1.12E-07                                 |
|                                     | ІАБ-2 БВ ВП всіх ЕС              | 6.75E-09                                 |
| 2                                   | ІАБ-1 РУ ВЗ всіх ЕС              | 1.61E-06                                 |
|                                     | ІАБ-2 РУ ВЗ всіх ЕС              | 1.22E-06                                 |
|                                     | ІАБ-1 БВ ВЗ всіх ЕС              | 8.02E-11                                 |
|                                     | ІАБ-2 БВ ВЗ всіх ЕС              | <1,00E-12                                |
| 3                                   | Падіння важких предметів (ІАБ-1) | 7,60E-08                                 |
|                                     | Падіння важких предметів (ІАБ-2) | 2,01E-07                                 |
| <b>Зовнішні екстремальні події</b>  |                                  |  |
| 4                                   | ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС             | 7.05E-07                                 |
|                                     | ІАБ-2 РУ ЗЕВ всіх ЕС             | 7.05E-07                                 |
|                                     | ІАБ-1 БВ ЗЕВ всіх ЕС             | 5,24E-06                                 |
|                                     | ІАБ-2 БВ ЗЕВ всіх ЕС             | 5,24E-06                                 |
| 5                                   | Землетруси (попередня оцінка)    | не оцінювалось                           |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 228 |

Грунтуючись на результатах, наведених в Табл. 2.14, проведений аналіз впливу внутрішніх та зовнішніх подій підтверджує, що проект енергоблока, технічні засоби та адміністративні заходи щодо захисту споруд, систем та елементів забезпечують надійний захист енергоблока від впливу екстремальних впливів природного і техногенного походження. Дані висновки не належать до аналізу впливу землетрусів на безпеку енергоблока №5 ЗАЕС, який виконується в даний час.

Проведений аналіз ФБ-7, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.

### **2.8 Фактор безпеки №8 «Експлуатаційна безпека»**

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ «Фактор безпеки №8. Эксплуатационная безопасность. 21.5.59.ОППБ.08» [76].

Метою аналізу цього фактора безпеки є оцінка поточного стану експлуатаційної безпеки енергоблока на основі аналізу трендів показників експлуатаційної безпеки, а також тенденцій змін безпеки енергоблока, виходячи з досвіду його експлуатації.

В якості вихідних даних для аналізу даного фактора безпеки використовуються дані за оцінкою поточного рівня експлуатаційної безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС за 2007-2017 роки.

#### **2.8.1 Підходи й обсяг аналізу з фактору «Експлуатаційна безпека»**

У процесі аналізу ФБ-8 [76] був наведений опис існуючої на ЗАЕС номенклатури основних показників експлуатації, представлений опис системи розслідування й обліку порушень у роботі АЕС, опис системи звітності й зберігання інформації про режими експлуатації енергоблока №5 і експлуатаційні показники безпеки та порушення у роботі енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

#### **Методи оцінки**

Оцінка даного фактора безпеки проводиться за допомогою застосування методів експертної оцінки, а також кількісного і якісного аналізу.

Основним інструментом для одержання інформації про стан досліджуваного фактора безпеки і його аналізу є інформаційна система оцінки поточного рівня безпеки (ІС ПРБ [77]), розроблена ДП «НАЕК «Енергоатом» на підставі й відповідно до галузевого стандарту «Система оценки уровня эксплуатационной безопасности и технического состояния атомных электрических станций с водо-водяными энергетическими реакторами» СТП 0.41.066-2006 [78].

Крім системи ІС ПРБ, для більш детальної оцінки стану даного фактора безпеки, були використані матеріали «Отчеты по оценке текущего уровня эксплуатационной безопасности и технического состояния энергоблоков № 1-6 ОП ЗАЭС» за 2007-2017 гг [79], і відповідна виробнича й організаційно-розпорядча документація, використана при його підготовці.

При цьому слід зазначити, що для тих показників, де це можливо, у методиках і формулах розрахунків показників закладене порівняння поточного значення аргументу розрахунків показників стосовно припустимих і нормованих значень, встановлених

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 229 |

органами державного регулювання ядерної й радіаційної безпеки або експлуатуючою організацією. Однак такий підхід застосовано не до всіх показників, що розраховуються згідно [78], і тому для них були використані інші формули й методики розрахунків, опис яких наведено для кожного показника у відповідному підпункті звіту.

Частина із цих методик і формул розрахунків показників була запозичена з нормативного документа колишнього СРСР «Тимчасове положення про складання річних звітів по оцінці поточного рівня експлуатаційної безпеки для АЕС із ВВЕР» від 1992 року, інша частина розроблена на галузевому рівні в Дирекції НАЕК «Енергоатом» під час розробки [78] і системи ІС ПРБ, з використанням, у тому числі, методології розрахунків показників експлуатаційної безпеки, яка застосовується Комісією ядерного регулювання США (NRC).

Для визначення граничних значень показників (т.зв. «колірних зон») був використаний наступний підхід. Для кожного показника на основі фактичних історичних даних за максимально доступний період (тому що для різних показників облік відповідних вихідних даних ведеться починаючи з різного періоду експлуатації енергоблока) будується графік зміни його значень. Потім обчислюється середнє значення показника  $\xi$ . Далі обчислюється величина стандартного відхилення  $\sigma$ , яка, у сукупності з  $\xi$  використовується для визначення граничних значень.

Таким чином, для визначення граничних значень використовувався принцип, описаний нижче. При цьому використання знака « $\pm$ » відображає той факт, що для оцінки різних показників використовується різний напрямок зміни їх значень, а саме:

- $\xi \pm \sigma$  - «зелена зона»;
- $\xi \pm 2\sigma$  - «біла зона»;
- $\xi \pm 3\sigma$  - «жовта зона».

Необхідно відзначити, що даний принцип є винятково математичним способом, який відображає принциповий підхід до визначення меж зон. У значеннях галузевих меж зон певні зміни були внесені від самого початку, при цьому виконуються їхні щорічні коректування на рівні Дирекції ДП «НАЕК «Енергоатом» шляхом внесення відповідних змін у програмний комплекс системи ІС ПРБ. Зміни в програмний комплекс системи ІС ПРБ вносяться на підставі того, що чисто математичний підхід не завжди коректно відображає фізичний зміст використовуваних меж і, таким чином, спотворюється суть знаходження значень показників у тієї або іншій зоні. Це особливо актуально для тих показників, для яких недостатньо історичних даних для одержання коректної статистики, або для тих з них, для яких спостерігаються різкі стрибки в змінах значень, обумовлені самої методикою розрахунків. Крім того, через відмінність у підходах до обліку вихідних даних для деяких показників на різних майданчиках АЕС України, корегування меж зон проводяться також за результатами експертних оцінок на нарадах, які періодично проводяться в Дирекції ДП «НАЕК «Енергоатом». Із цієї причини для різних майданчиків АЕС України межі зон для того самого показника можуть відрізнятися.

Таким чином, підводячи підсумки опису критеріїв оцінки показників експлуатаційної безпеки слід зазначити наступне. Використання вищеописаного підходу для оцінки поточного рівня експлуатаційної безпеки показує як змінюється її рівень із часом, тобто фактично проводиться порівняння поточного стану безпеки кожного

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 230 |

енергоблока (або станції в цілому, залежно від конкретного показника) з попередніми станами безпеки за аналізований період. Це дає можливість визначити напрямок зміни рівня безпеки, тобто його тренд, оцінити його динаміку, оцінити т.зв. «слабкі місця» у рівні експлуатаційної безпеки та при необхідності ухвалювати рішення щодо відповідних коригувальних заходів. Такий підхід є набагато більш консервативним у порівнянні зі звичайним порівнянням із установленими нормативними й галузевими вимогами, тому що встановлені межі зон показників свідомо більш «строгі» стосовно значень аргументів показників, які визначені нормативними або галузевими вимогами. Крім того, даний підхід є більш показовим і придатним для прогнозування поведінки показників у майбутньому, тому що дозволяє визначити потенційно небезпечні відхилення на більш ранньому рівні, використовуючи зміни напрямку відповідних трендів.

Додатково слід зазначити, що галузеві межі для показників ДП «НАЕК «Енергоатом» є більш консервативними, ніж межі, встановлені Комісією ядерного регулювання США (NRC) для АЕС США. Як і в Україні, у США для різних майданчиків межі можуть відрізнятися, однак, як можна переконатися на інтернет-сторінці NRC <https://www.nrc.gov/reactors/operating/oversight/pi-summary.html>, межі для показника NRC IE-01 «Unplanned Scrams per 7000 Critical Hrs» (який відповідає показнику частоти спрацьовування АЗ реактора в ІС ПРБ [77]) становлять:

- «зелена» < 3 < «біла» < 6 < «жовта».

У той же час у системі ІС ПРБ ті ж самі межі для показника частоти спрацьовування АЗ становлять:

- «зелена» < 0,89 < «біла» < 1,42 < «жовта».

Аналогічна ситуація для показника NRC MS-05 «Safety System Functional Failures»:

- «зелена» < 5 < «біла» < 6 < «жовта».

Для відповідного до показника NRC MS-05 показника частоти відмов СБ MS-F в ІС ПРБ:

- «зелена» < 0,56 < «біла» < 0,97 < «жовта».

Крім того, графіки зміни значень показників NRC відображають тільки дворічний цикл їх зміни, що є менш показовим для оцінки змін за весь історичний період.

### **Критерії оцінки**

**Критерієм позитивної оцінки даного фактора** є відповідність значень показників експлуатаційної безпеки граничним значенням, встановленим відповідно до [78] і наведеним у програмному забезпеченні системи ІС ПРБ, а також у Табл. 2.15.

Нижче наведений опис граничних значень показників ІС ПРБ згідно [78], а в Табл. 2.15 їхні чисельні значення.

Для кожного показника визначаються чотири зони умов експлуатації:

- «Зелена» зона - зона нормальної експлуатації. Ця зона характеризується прийнятними значеннями показників;

- «Біла» зона - зона підвищеного уваги. У цій зоні значення показників відбивають тенденцію до погіршення умов експлуатації;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 231 |

- «Жовта» зона - зона прийняття й реалізації коригувальних заходів. При досягненні значеннями показників меж цієї зони, АЕС розробляє коригувальні заходи, спрямовані на те, щоб експлуатаційні характеристики відповідали вимогам проекту й погоджує їх з державним органом регулювання ядерної й радіаційної безпеки в сфері використання ядерної енергії;

- «Червона» зона – зона ухвалення рішення про можливість подальшої експлуатації енергоблока. При переході значень одного або декількох показників у четверту зону АЕС розглядає питання про подальшу експлуатацію енергоблока, розробляє й погоджує з державним органом регулювання ядерної й радіаційної безпеки в сфері використання ядерної енергії коригувальні заходи. Продовження експлуатації енергоблока АЕС здійснюється за узгодженням з регулювальним органом.

Встановлені граничні значення задовольняють наступним вимогам:

- дозволяють завчасно виявляти погіршення умов експлуатації;
- перехід показника з однієї зони в іншу розглядається як погіршення або поліпшення умов експлуатації й, у випадку погіршення, викликає адекватну реакцію експлуатуючої організації;

- граничні значення встановлені для кожного експлуатаційного показника;
- граничні значення встановлені на основі результатів обробки статистичних даних і експертних оцінок по галузі і є загальними для всіх РУ одного типу.

Галузеві межі, наведені в Табл. 2.15 визначені методом статистичного аналізу й експертної оцінки даних за період з 1-го кварталу 2000 року по 4 квартал 2014 року для енергоблоків ВП АЕС із ВВЕР-1000.

Табл. 2.15 Галузеві межі колірних зон значень показників експлуатаційної безпеки згідно [77]

| Найменування показника   | Межі зон   |
|--|--|
| Показник стійкості роботи енергоблока                                      | «зелена» < 3.79 < «біла» < 5.72 < «жовта»  |
| Показник частоти спрацьовування АЗ реактора                                | «зелена» < 0.89 < «біла» < 1.42 < «жовта»  |
| Показник частоти порушення меж і/або умов безпечної експлуатації           | «зелена» < 1 < «біла» < 2 < «жовта»  |
| Показник частоти запуску СБ  | «зелена» < 1 < «біла» < 2 < «жовта»  |
| Показники аварійної готовності системи аварійного електропостачання        | «зелена» > 99.18 > «біла» > 98.36 > «жовта»  |
| Показник готовності системи аварійного введення бору високого тиску (TQ13) | «зелена» > 99.18 > «біла» > 98.36 > «жовта»  |
| Показники готовності системи аварійної живильної води (ТХ)                 | «зелена» > 99.18 > «біла» > 98.36 > «жовта»  |
| Показник готовності системи аварійного й планового розхолодження (TQ12)    | «зелена» > 99.18 > «біла» > 98.36 > «жовта»  |
| Показник частоти відмов СБ   | «зелена» < 0.56 < «біла» < 0.97 < «жовта»  |
| Показник готовності оперативного персоналу                                 | «зелена» < 1.81 < «біла» < 3.09 < «жовта»  |
| Показник працездатності системи керування й захисту                        | «зелена» < 1 < «біла» < 2 < «жовта»  |
| Показник виходу радіонуклідів йоду в 1-й контур                            | «зелена» < 15.93 < «біла» < 25.16 < «жовта»  |
| Показники цілісності обладнання й трубопроводів 1-го контуру               | «зелена» < 0.49 < «біла» < 0.87 < «жовта»  |
| Показник цілісності теплообмінної поверхні ПГ                              | «зелена» < 30 < «біла» < 70 < «жовта»<br>межі розраховані виходячи з регламентного |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 232 |

| Найменування показника   | Межі зон                                       |
|--|--|
|  | <i>обмеження для даного показника (5 кг/ч)</i> |
| Показник цілісності системи герметичних огорожень  | «зелена» < 79.61 < «біла» < 85.45 < «жовта»    |
| Показник порушень при транспортно-технологічних операціях зі свіжим або відпрацьованим ядерним паливом | «зелена» < 1 < «біла» < 2 < «жовта»            |
| Показник ефективності керування старінням  | «зелена» < 87.79 < «біла» < 78.16 < «жовта»    |
| Показник порушення ВХР   | «зелена» < 1 < «біла» < 2 < «жовта»            |
| Показник відхилення ВХР другого рівня  | «зелена» < 0.72 < «біла» < 1.37 < «жовта»      |
| Показник відхилення ВХР першого рівня  | «зелена» < 2.59 < «біла» < 4.59 < «жовта»      |
| Показник відхилення діагностичних показників ВХР   | «зелена» < 1.31 < «біла» < 2.29 < «жовта»      |
| Показники середньої індивідуальної дози опромінення персоналу  | «зелена» < 3.79 < «біла» < 4.69 < «жовта»      |
| Показник колективної дози опромінення на один енергоблок   | «зелена» < 0.79 < «біла» < 0.97 < «жовта»      |
| Показник радіоактивних викидів в атмосферу   | «зелена» < 0.25 < «біла» < 0.33 < «жовта»      |
| Показник радіоактивних викидів у зовнішні водойми  | «зелена» < 8.96 < «біла» < 14.18 < «жовта»     |
| Показник утворення рідких радіоактивних відходів   | «зелена» < 0.24 < «біла» < 0.4 < «жовта»       |
| Показник утворення твердих радіоактивних відходів  | «зелена» < 0.14 < «біла» < 0.19 < «жовта»      |
| Показник переробки рідких радіоактивних відходів   | «зелена» > 0.27 > «біла» > 0.18 > «жовта»      |
| Показник переробки твердих радіоактивних відходів  | «зелена» > 7.02 > «біла» > 4.05 > «жовта»      |
| Показник якості процедур   | «зелена» > 76.62 > «біла» > 59.48 > «жовта»    |
| Показник частоти внутрішніх перевірок за самооцінкою якості експлуатації                               | «зелена» > 30 > «біла» > 18 > «жовта»          |
| Показник якості технічного обслуговування й ремонту  | «зелена» < 1.23 < «біла» < 2.19 < «жовта»      |
| Показник кількості аналогічних порушень  | «зелена» < 2.06 < «біла» < 3.23 < «жовта»      |
| Показник впровадження коригувальних заходів  | «зелена» < 31.22 < «біла» < 4.98 < «жовта»     |
| Показник використання встановленої електричної потужності  | «зелена» > 61.44 > «біла» > 51.42 > «жовта»    |
| Показник частоти порушень у роботі енергоблока   | «зелена» < 5.08 < «біла» < 7.62 < «жовта»      |
| Показник використання часу   | «зелена» < 66.89 < «біла» < 56.89 < «жовта»    |
| Показник готовності несення номінального навантаження.   | «зелена» < 67.62 < «біла» < 58.5 < «жовта»     |
| Показник виробничих втрат  | «зелена» < 0.03 < «біла» < 0.05 < «жовта»      |
| Показник частоти виникнення пожеж  | «зелена» < 1 < «біла» < 2 < «жовта»            |

## 2.8.2 Результати оцінки

### 2.8.2.1 Експлуатаційні показники безпеки енергоблока

Аналіз показників безпеки енергоблока дозволяє оцінити стан фізичних бар'єрів, систем і елементів, важливих для безпеки, і їх здатність виконувати функції безпеки.

Номенклатура, принцип формування показників експлуатаційної безпеки, методика їх розрахунків і аналізу, методика виявлення тенденцій стану експлуатаційної безпеки представлені в [78] з урахуванням вимог нормативних документів.

Пріоритетом у діяльності ВП ЗАЕС є забезпечення безпеки АЕС при експлуатації, стан якої характеризується показниками її складових:

- ядерної безпеки;
- радіаційної безпеки;
- технічної безпеки;



|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 233 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• охорони праці;</li> <li>• культури безпеки;</li> <li>• технічного стану.</li> </ul> <p>Для аналізу й оцінки складових безпеки, а так само технічного стану енергоблока, застосовується ряд показників, які відповідно до характерних ознак, утворюють окремі групи й підгрупи.</p> <p>Документом [78] також передбачений порядок розробки й надання звітів в органі державного регулювання ядерної й радіаційної безпеки.</p> <p>Збір, обробка даних і розрахунки виконані для наступних основних показників:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ядерної безпеки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ІЕ-1 - Показник стійкості роботи енергоблока;</li> <li>- ІЕ-2 - Показник частоти спрацьовування АЗ реактора;</li> <li>- MS-1 - Показник аварійної готовності системи аварійного електропостачання;</li> <li>- MS-2 - Показник готовності системи аварійного введення бору високого тиску;</li> <li>- MS-3 - Показник готовності системи аварійної живильної води;</li> <li>- MS-4 - Показник готовності системи аварійного та планового розхолодження;</li> <li>- MS-F - Показник частоти відмов СБ;</li> <li>- ЕР-1 - Показник готовності оперативного персоналу;</li> <li>- КСРВ - Показник частоти порушення меж і/або умов безпечної експлуатації;</li> <li>- КСВБ - Показник частоти запуску СБ;</li> <li>- КСУЗ - Показник працездатності системи управління і захисту;</li> <li>- КТТО - Показник порушень при транспортно-технологічних операціях зі свіжим або відпрацьованим ядерним паливом.</li> </ul> </li> <li>• радіаційної безпеки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ІДО1 - Показник середньої індивідуальної дози опромінення персоналу;</li> <li>- КДО2 - Показник колективної дози опромінення на один енергоблок;</li> <li>- РРА-1 - Показник радіоактивних надходжень в атмосферу;</li> <li>- РРВ-1 - Показник радіоактивних надходжень в зовнішні водойми;</li> <li>- РАО-1 - Показник утворення рідких радіоактивних відходів;</li> <li>- РАО-2 - Показник утворення твердих радіоактивних відходів;</li> <li>- РАО-3 - Показник переробки рідких радіоактивних відходів;</li> <li>- РАО-4 - Показник переробки твердих радіоактивних відходів.</li> </ul> </li> <li>• технічної безпеки: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ВІ-1 - Показник виходу радіонуклідів йоду в перший контур;</li> <li>- ВІ-2 - Показник цілісності обладнання та трубопроводів 1-го контуру;</li> <li>- ВІ-3 - Показник цілісності теплообмінної поверхні ПГ;</li> <li>- ВІ-4 - Показник цілісності системи герметичних огорожень;</li> <li>- КУС - Показник ефективності управління старінням;</li> <li>- КВХ1 - Показник порушення ВХР;</li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 234 |

- K VX2 - Показник відхилення ВХР другого рівня;
- K VX3 - Показник відхилення ВХР першого рівня;
- K VX4 - Показник відхилення діагностичних показників ВХР.
- охорони праці:
  - K PP - Показник виробничих втрат;
  - K CVP - Показник частоти виникнення пожеж.
- культури безпеки:
  - SC-2 - Показник кількості аналогічних порушень;
  - K KD - Показник якості процедур;
  - K CS - Показник частоти внутрішніх перевірок по самооцінці якості експлуатації;
  - K RTO - Показник якості технічного обслуговування і ремонту;
  - K VKM - Показник впровадження коригувальних заходів.
- технічного стану:
  - K IUM - Показник використання встановленої електричної потужності;
  - TC-1 - Показник частоти порушень в роботі енергоблока;
  - K V - Показник використання часу;
  - K G - Показник готовності несення номінального навантаження.

Нижче наведені матриці основних (Табл. 2.16) і додаткових (Табл. 2.17) показників ІС ПРБ для енергоблока №5 ОП ЗАЕС за станом на 31.12.2017 року, розраховані відповідно до [78].

Крім показників, розрахованих відповідно до [78], у п. 2.4.1.3.15 і п. 2.4.1.3.16 ФБ-8 [76] наведені показник корінних причин порушень у роботі енергоблока (помилки персоналу, відмови устаткування, недоліки адміністративного керування) і показник кількості втручань персоналу під час відмов або відключення способів автоматизації (коефіцієнт успішності цих втручань), відповідно.

Ефективність радіаційного захисту на об'єктах ВП ЗАЕС оцінена наступними показниками радіаційної безпеки, представленими і докладно проаналізованими в щорічних звітах з стану радіаційної безпеки й радіаційного захисту на Запорізькій атомній електростанції:

- колективними дозами опромінення персоналу, нормованими на один енергоблок і на кількість виробленої електричної енергії;
- газо-аерозольним викидом радіонуклідів, нормованим на 1000 Мвт установленій потужності;
- водним скиданням радіонуклідів, нормованим на 1000 Мвт установленій потужності;
- індексами викидів і скидань радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

Виконаний в ФБ-8 [76] аналіз підтвердив ефективність радіаційного захисту на об'єктах ВП ЗАЕС.

|  |  |          |
|--|--|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  |  | Стр. 235 |
| <p>Більш детально інформація про стан експлуатаційних показників безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС представлена у розділі 2.4.1 ФБ-8 [76].</p> <p>Крім того, в ФБ-8 [76] представлений опис і оцінка ефективності існуючої на ВП ЗАЕС системи обігу з радіоактивними відходами.</p> |  |          |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока № 5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр.236 |

Табл. 2.16 Матриця основних показників інформаційної системи оцінки поточного рівня безпеки (ІС ПРБ) для енергоблока №5 ВП ЗАЕС

| Групи показників | Ядерна безпека |      |                                   |      |      |      |      |      | Технічна безпека             |      |      |      | Радіаційна безпека  |       |       |       |                                       |       |       |       | Культура безпеки | Показники технічного стану |      |   |
|------------------|----------------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------------------------------|------|------|------|---|-------|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-------|------------------|----------------------------|------|---|
|                  | Вихідні події  |      | Готовність до ліквідації порушень |      |      |      |      |      | Цілісність фізичних бар'єрів |      |      |      | Протирадіаційний захист персоналу та навколишнього середовища |       |       |       | Поводження з радіоактивними відходами |       |       |       |                  |                            |      |   |
| Код показника    | ІЕ-1           | ІЕ-2 | MS-1                              | MS-2 | MS-3 | MS-4 | MS-F | EP-1 | BI-1                         | BI-2 | BI-3 | BI-4 | IDO-1   | KDO-2 | RPA-1 | RPV-1 | RAO-1                                 | RAO-2 | RAO-3 | RAO-1 | SC-2             | KIUM                       | TC-1 |   |
| Енергоблок №5    | G              | G    | G                                 | G    | G    | G    | G    | G    | G                            | G    | G    | G    | G   | G     | G     | G     | G                                     | G     | G     | Y     | G                | G                          | G    | G |

Примітка: G – зелена зона; Y – жовта зона

Табл. 2.17 Матриця додаткових показників інформаційної системи оцінки поточного рівня безпеки (ІС ПРБ) для енергоблока №5 ВП ЗАЕС

| Групи показників | Стан ядерної безпеки   |      |                                   |                        | Стан технічної безпеки |      |      |      |      | Показники стану охорони праці |      | Стан культури безпеки            |     |  |      | Технічний стан                                   |    |    |
|------------------|------------------------|------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------|------|------|------|-------------------------------|------|----------------------------------|-----|--|------|--|----|----|
|                  | Частота вихідних подій |      | Готовність до ліквідації порушень | Стан фізичних бар'єрів |                        |      |      |      |      |                               |      | Забезпечення якості експлуатації |     | Ефективність зворотного зв'язку за досвідом експлуатації |      | Використання встановленої потужності енергоблока |    |    |
| Код показника    | KCPB                   | KCSB | KSUZ                              | KTTO                   | KYS                    | KVX1 | KVX2 | KVX3 | KVX4 | KPP                           | KCVP | KKD                              | KCS | KRTO   | KVKM |  | KV | KG |
| Енергоблок №5    | G                      | G    | G                                 | G                      | G                      | G    | G    | G    | Y    | G                             | G    | Y                                | G   | G  | G    |  | G  | G  |

Примітка: G – зелена зона; Y – жовта зона

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 237 |

## **2.8.2.2 Поточний стан експлуатаційної безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС, аналіз даних тенденції їх зміни.**

### **2.8.2.2.1 Оцінка показників ядерної безпеки**

#### ***Висновки щодо стану показника стійкості роботи енергоблока ІЕ-1***

Аналізуючи показник стійкості роботи енергоблока за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня і прагнути до його підвищення шляхом збереження і підвищення надійності систем і елементів енергоблока, їх своєчасним ремонтом і модернізацією.

#### ***Висновки щодо стану показника частоти спрацьовування АЗ реактора ІЕ-2***

Аналізуючи показник частоти спрацьовування АЗ реактора за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня і прагнути до його підвищення шляхом збереження і підвищення надійності систем і елементів енергоблока, їх своєчасним ремонтом і модернізацією.

#### ***Висновки щодо стану показників аварійної готовності СБ: MS-1, MS-2, MS-3, MS-4***

Аналізуючи показники аварійної готовності СБ за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити стабільне знаходження значень показників в зоні нормальної експлуатації протягом всього аналізованого періоду.

#### ***Висновки щодо стану показника частоти відмов СБ MS-F***

Аналізуючи показник частоти відмов СБ за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації. Протягом усього розглянутого періоду не було зафіксовано відмови СБ, за винятком 2010 року. При цьому вихід показника за межі «зеленої» зони в 3 і 4 кварталах 2010 року пояснюється вузьким діапазоном експлуатаційних меж значень для даного показника, що використовуються в даному звіті, що обумовлено методикою розрахунку і набором статистичних даних. Діапазон експлуатаційних меж, використовуваних в ТУБ за 2010 рік [79] значно ширше, відповідно даний показник знаходився в зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня і прагнути до його підвищення шляхом збереження і підвищення надійності систем безпеки, їх своєчасним ремонтом і модернізацією.

#### ***Висновки щодо стану показника готовності персоналу ЕР-1***

Аналізуючи показник готовності персоналу за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації починаючи з 2007 року. Поліпшення стану показника досягнуто в першу чергу в результаті проведеної на ВП ЗАЕС системної роботи, спрямованої на підвищення і підтримання кваліфікації персоналу. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження вже досягнутого рівня та прагнути до його підвищення шляхом вдосконалення системи підготовки та підтримання кваліфікації персоналу.

#### ***Висновки щодо стану показника частоти порушення меж і/або умов безпечної експлуатації КСРВ***

За весь аналізований період не відбулося жодного випадку порушення меж і/або умов безпечної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 238 |

### ***Висновки щодо стану показника частоти запуску СБ KCSB***

Аналізуючи показник частоти запуску СБ за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017, необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно.

### ***Висновки щодо стану показника працездатності системи управління і захисту KSUZ***

Показник працездатності системи управління і захисту для всього розглянутого періоду знаходився в зоні нормальної експлуатації.

За весь аналізований період, за винятком 4 кварталу 2009 року, не відбулося жодного випадку відмови елементів автоматики органів СУЗ, які призводять до втрати функцій управління і захисту реактора. Коригувальних заходів не потрібно.

### ***Висновки щодо стану показника порушень при транспортно-технологічних операціях зі свіжим або відпрацьованим ядерним паливом КТТО***

За весь аналізований період не відбулося жодного випадку порушення при транспортно-технологічних операціях зі свіжим і відпрацьованим ядерним паливом. Коригувальних заходів не потрібно.

#### **2.8.2.2.2 Оцінка показників радіаційної безпеки**

### ***Висновки щодо стану показника середньої індивідуальної дози опромінення персоналу IDO1***

Показник стабільний і постійно знаходиться в «зеленій» зоні протягом досліджуваного періоду. Порівняльний аналіз індивідуальних доз опромінення показує, що в 2016-2017 рр. сталося деяке зростання доз опромінення в порівнянні з попередніми роками. Це пов'язано зі збільшенням термінів проведення ППР та обсягів виконаних ремонтних робіт (в 2016 році проведено ППР шести енергоблоків, а в 2017 році - п'яти). Коригувальних заходів не потрібно.

Випадків перевищення адміністративно-технологічних рівнів, контрольних та допустимих рівнів доз опромінення за звітний період не зареєстровано.

Інформація про заходи, завдяки яким досягається зниження доз опромінення персоналу, наведена в п. 2.4.1.2.10 [76].

Щодо відповідності значень опромінення персоналу встановленим проєктним вимогам і нормам ядерної та радіаційної безпеки можна відзначити, що незважаючи на існуючі обмеження по опроміненню персоналу категорії А в розмірі 50 мЗв/рік, то в даному випадку говорити про порівняння з встановленими вимогами некоректно, тому що вони можуть бути застосовані для однієї людини, а не для групи осіб. Якщо ж говорити про усередненої цифрі, яку відображає даний показник, то вона не перевищує 2-3% від встановлених значень.

### ***Висновки щодо стану показника колективної дози опромінення на один енергоблок KDO-2***

Аналізуючи показник колективної дози опромінення на один енергоблок за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити стабільну динаміку поліпшення показника. Він стабільно знаходиться в «зеленій» зоні. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня і прагнути до його підвищення шляхом як поліпшення системи контролю за опроміненням персоналу, так і зниженням радіаційного впливу на персонал, використовуючи принципи захисту часом, відстанню і екрануванням.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 239 |

### ***Висновки щодо стану показника радіоактивних надходжень в атмосферу РРА-1***

Аналізуючи показник радіоактивних викидів в атмосферу за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити його стабільність. Показник постійно знаходиться в зоні нормальної експлуатації протягом усього періоду спостереження. Випадки перевищення значень контрольних і допустимих рівнів викидів радіоактивних речовин в атмосферу за звітний період були відсутні. Коригувальних заходів не потрібно.

Щодо відповідності значень радіоактивних надходжень в атмосферу встановленим проєктним вимогам і нормам ядерної та радіаційної безпеки можна відзначити, що максимальне значення радіоактивних надходжень в атмосферу не досягало навіть 1% від допустимих меж викидів, а в основному коливається в межах 0,1-0,2% . Це характеризує ефективність заходів на ВП ЗАЕС, спрямованих на зниження радіаційного впливу на навколишнє середовище в результаті надходження радіоактивних речовин в атмосферу.

### ***Висновки щодо стану показника радіоактивних надходжень в зовнішні водойми РРВ-1***

Щодо відповідності значень радіоактивних надходжень в зовнішні водойми встановленим проєктним вимогам і нормам ядерної та радіаційної безпеки можна відзначити, що максимальне значення радіоактивних надходжень в атмосферу з урахуванням нових меж скидання коливається в межах 1-2% від допустимих значень. Це характеризує ефективність заходів на ВП ЗАЕС, спрямованих на зниження радіаційного впливу на навколишнє середовище в результаті радіоактивних надходжень в зовнішні водойми.

### ***Висновки щодо стану показника утворення рідких радіоактивних відходів РАО-1***

За період з 2014 по 2017 (крім 2016 року) спостерігалось стабільне зниження показника утворення рідких радіоактивних відходів. За період 2011 - 2015 показник утворення рідких радіоактивних відходів знаходився приблизно на одному рівні. За 2017 рік показник утворення рідких радіоактивних відходів знаходиться приблизно на рівні 2016 року. Значне збільшення утворення РРВ пов'язано з тим, що в третьому кварталі 2017 року проводилось хімічне відмивання парогенераторів енергоблока №1 та частина отмивочного розчинів (230 м<sup>3</sup>) було прийнято в ємність тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів, через те, що розчини були забруднені радіонуклідами вище встановлених рівнів.

В якості коригувальних заходів у 2017 році була виконана повторна переробка кубового залишку (70 м<sup>3</sup>) на випарних апаратах, що дозволило знизити загальне накопичення РРВ в сховищах.

Динаміка утворення рідких радіоактивних відходів за період 2009 - 2018 рік, показує, що середньорічне утворення становить 797,54 м<sup>3</sup>. Середньорічна переробка рідких радіоактивних відходів за 2009-2018 рр склала 712 м<sup>3</sup>, з урахуванням того що в 2014-2016 роках було невиконання план-замовлень на виготовлення контейнерів КРО-200 ВП АЕМ в запланованих обсягах.

При існуючій системі поводження з РРВ і середньорічному надходженні до ємності кубового залишку, взятого як утворення відходів у середньому, за вирахуванням переробки, за 2009-2018 рр, вільного об'єму в ємностях тимчасового зберігання рідких радіоактивних відходів, буде досить для нормальної експлуатації всіх енергоблоків ВП ЗАЕС, протягом 20 років (до 2038 роки) (див. рисунок 2.9).

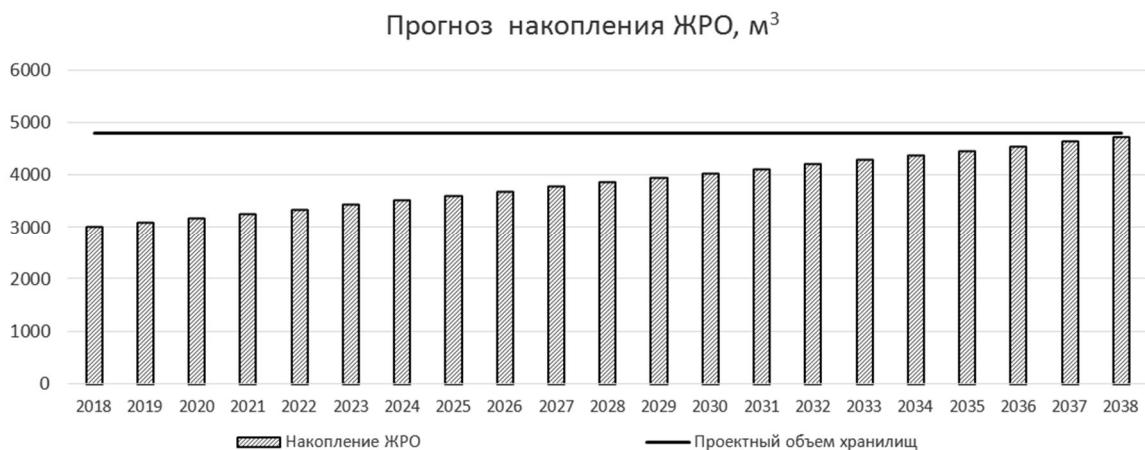


Рис. 2.9 Прогноз накоплення РРВ, м<sup>3</sup>

З метою оптимізації роботи системи поводження з РРВ та їх мінімізації, на ВП ЗАЕС, починаючи з 2013-го року проводиться аналіз джерел і причин утворення РРВ, на підставі якого розробляються або доповнюються заходи спрямовані на мінімізацію утворення РРВ від основних джерел, а саме:

- зниження надходження борної кислоти від обладнання першого контуру;
- скорочення надходження послерегенераційних розчинів.

За аналізований період показник стабільно знаходиться в зеленій зоні з невеликою тенденцією до поліпшення. Необхідно підтримувати досягнутий рівень і прагнути до його поліпшення. Коригувальних заходів не потрібно.

**Висновки щодо стану показника утворення твердих радіоактивних відходів РАО-2**

Показник утворення твердих радіоактивних відходів за результатами звітного періоду після тривалого перебування в «жовтій» зоні, починаючи з 2 кв. 2009 р стійко знаходиться в «зеленій» зоні і має чітку тенденцію до зниження (поліпшення). Інформація про заходи, завдяки яким досягається зниження доз опромінення персоналу, наведена в п. 2.4.1.2.15 [76]. Коригувальних заходів не потрібно.

Заповнення сховищ твердих РАВ відображено в таблиці 2.18.

Табл. 2.18 Заповнення сховищ твердих РАВ

| Найменування сховища       | Призначення сховища                         | Проектний обсяг, м <sup>3</sup> | Заповнення     |        |
|----------------------------|---|---------------------------------|----------------|--------|
|                            |   |                                 | м <sup>3</sup> | %      |
| СТРВ при СК-1              | Тимчасове зберігання радіоактивних відходів | 5910                            | 4547,03        | 76,94  |
| СТРВ при СК-2              | Тимчасове зберігання радіоактивних відходів | 1906                            | 3033,51**      | 82,22* |
| СТРВ при будівлі переробки | Тимчасове зберігання радіоактивних відходів | 11174                           | 10149,0**      | 81,45* |

\* - Наведено відсоток заповнення штатних осередків СТРВ.  
\*\*- Обсяг з урахуванням ТРО зберігаються на майданчиках проміжного зберігання

Детальна інформація про заповнення сховищ твердих РАВ, а також детальний аналіз даних наведені у звітах [7977] за 2007-2017 рр.



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 241 |

Фактичні рівні утворення і надходження ТРО в сховища за звітний період не перевищують контрольні та проектні рівні. В цілому спостерігається тенденція зменшення обсягів утворення та надходження РАВ до сховищ. У 2017 році виконані і продовжують виконуватися заходи для забезпечення можливості зберігання сольового плаву, в умовах перенесення строків введення комплексу з переробки РАВ. Коригувальні заходи не потрібні

**Висновки щодо стану показника переробки рідких радіоактивних відходів РАО-3**

Характер коливань значення показника переробки рідких радіоактивних відходів обумовлений особливостями переробки РАВ на ВП ЗАЕС, яка здійснюється періодично, у міру їх накопичення, з урахуванням внутрішніх планів і графіків переробки і з урахуванням особливостей використання відповідних установок з переробки РАВ ( установка глибокого упарювання для рідких РАВ ).

Значення показника переробки рідких радіоактивних відходів протягом практично всього розглянутого періоду знаходяться в «зеленій» зоні. Тільки в 4 кварталі 2012 року вийшов із зони нормальної експлуатації в «білу» зону і склав 19,4 %, а в 4 кварталі 2015 року показник вийшов в «жовту» зону і склав 0,0%. Це пов'язано з тим, що в другому півріччі 2015 року повністю припинилася поставка контейнерів КРО-200, виробництва ВП АЕМ, необхідних для роботи установок глибокого упарювання, які здійснюють переробку рідких радіоактивних відходів. Недопоставка контейнерної продукції пояснювалася зривом торгів із закупівлі матеріалів для їх виготовлення.

Для того, щоб показник переробки рідких радіоактивних відходів не виходив за межі «зеленої» зони необхідно будівництво ангарного сховища, призначеного для зберігання контейнерів КРО-200 і безперебійне постачання контейнерів КРО-200. Більш детально інформація представлена в «Комплексной программе обращения с радиоактивными отходами в ГП «НАЭК «Энергоатом» на период 2012-2016 г.г.» ПМ-Д.0.18.174-12.

Обсяг перероблених рідких радіоактивних відходів за 2012 - 2017 представлений в таблиці 2.19.

Табл. 2.19 Обсяг перероблених рідких радіоактивних відходів

| Квартали      | Обсяг перероблених рідких радіоактивних відходів, м <sup>3</sup> |            |            |            |            |            |
|---------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|
|               | 2012   | 2013       | 2014       | 2015       | 2016       | 2017       |
| <b>1</b>      | 308  | 233        | 195        | 201        | 88         | 252        |
| <b>2</b>      | 278  | 254        | 174        | 296        | 319        | 244        |
| <b>3</b>      | 212  | 62         | 262        | 36         | 136        | 229        |
| <b>4</b>      | 30   | 89         | 146        | 0          | 214        | 206        |
| <b>За рік</b> | <b>828</b>   | <b>638</b> | <b>777</b> | <b>533</b> | <b>757</b> | <b>931</b> |

Показник переробки рідких радіоактивних відходів залежить не тільки від обсягу, переробленого РРВ, але і від обсягу, утвореного РРВ.

Через нестачу вільних обсягів у сховищах ТРВ, з 2008 року, щорічно (крім 2012 і 2017 року) знижується об'єм перероблених РРВ, внаслідок зменшення кількості переданих в ЦД на тимчасове зберігання контейнерів КРО-200. У 2017 році заповнено

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 242 |

897 контейнерів (замість запланованих 1300 контейнерів). Невиконання плану пов'язано з браком фінансування.

В якості коригуючого заходу визначено збільшення фінансування.

На 31.12.2017 накопичення кубового залишку в ємностях РРВ складало 2957 м<sup>3</sup>, на 31.12.2018 передбачуваний обсяг накопичення кубового залишку залишиться на тому ж рівні.

На установці глибокого упарювання в 2018 році передбачається переробити 887 м<sup>3</sup> кубового залишку, внаслідок чого заповнити сольовим плавом 887 контейнерів КРО-200.

#### **Висновки щодо стану показника переробки твердих радіоактивних відходів РАО-4**

Піковий характер динаміки показника переробки РАВ обумовлений тим, що переробка здійснюється періодично, у міру накопичення переробляються відходи. Однак у другому кварталі 2011 року не проводилося спалювання ТРВ в зв'язку з ремонтом установки спалювання, а також, у зв'язку з відсутністю контейнера КТРО-200, не проводилося пресування ТРВ, що кілька вплинуло на даний показник. В цілому значення показника переробки твердих радіоактивних відходів знаходяться в «зеленій» зоні. Є загальна тенденція поліпшення показника за останні 10 років, в тому числі, за рахунок поліпшення якості розділення відходів на етапі утворення, і зниження частки непереработаних відходів в загальній кількості утворюються РАВ. Коригувальних заходів не потрібно. Однак, незважаючи на те, що норми переробки радіоактивних відходів проектом не встановлені для зменшення кількості радіоактивних відходів, в тому числі накопичених у сховищах, підвищення ефективності їх переробки відповідно до програми поводження з радіоактивними відходами в ВП «Запорізька АЕС» планується здійснити наступні заходи:

- впровадження установки вилучення ТРВ;
- впровадження комплексу з переробки РАВ в рамках програми TACIS;
- впровадження сучасних технологій дезактивації;
- вдосконалення системи обліку та контролю РАВ.

Детальна інформація з переробки ТРВ в залежності від їх категорії приведена в звітах [79] за 2007-2017 рр.

Переробка твердих РАВ відображена в таблиці 2.20.

Табл. 2.20 Переробка твердих РАВ

| Початкові дані   | 2016 год |          |          |          |          | 2017 год |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | I кв.    | II кв.   | III кв.  | IV кв.   | За год   | I кв.    | II кв.   | III кв.  | IV кв.   | За рік   |
| Обсяг ТРВ, перероблених в звітному періоді, $V_{i\text{перТРО}}$ (м <sup>3</sup> ) | 321,9    | 258,7    | 236,7    | 521,85   | 1339,15  | 123,4    | 128,6    | 360,55   | 196,3    | 808,85   |
| 1 категорії, м <sup>3</sup>  | 321,9    | 258,7    | 236,7    | 521,85   | 1339,15  | 123,4    | 128,6    | 360,55   | 196,3    | 808,85   |
| 2 категорії, м <sup>3</sup>  | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| 3 категорії, м <sup>3</sup>  | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        |
| Обсяг ТРВ, що утворилися в   | 160,1019 | 143,1326 | 188,7535 | 157,7454 | 649,7334 | 120,671  | 113,1013 | 150,0273 | 155,7363 | 539,5359 |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 243 |

| Початкові дані   | 2016 год  |           |           |           |          | 2017 год  |           |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|  | I кв.     | II кв.    | III кв.   | IV кв.    | За год   | I кв.     | II кв.    | III кв.   | IV кв.    | За рік    |
| звітному періоді,<br>$V_{nTPO}$ (м <sup>3</sup> )                |           |           |           |           |          |           |           |           |           |           |
| 1 категорії, м <sup>3</sup>                                      | 144,875   | 134,15    | 176,651   | 135,656   | 591,332  | 115,153   | 112,255   | 148,502   | 140,453   | 516,363   |
| 2 категорії, м <sup>3</sup>                                      | 15,19     | 8,4       | 12,03     | 21,816    | 57,436   | 5,5       | 0,84      | 1,25      | 15,25     | 22,84     |
| 3 категорії, м <sup>3</sup>                                      | 0,0369    | 0,5826    | 0,0725    | 0,2734    | 0,9654   | 0,018     | 0,0063    | 0,2753    | 0,0333    | 0,3329    |
| Показник переробки твердих радіоактивних відходів,<br>$K_{ПТРО}$ | 312,36688 | 581,57572 | 218,04916 | 286,34468 | 305,5095 | 201,07217 | 288,33240 | 309,01469 | 212,36246 | 256,70777 |

### 2.8.2.2.3 Оцінка показників технічної безпеки

#### **Висновки щодо стану показника виходу радіонуклідів йоду в 1-й контур ВІ-1**

Аналізуючи показник виходу радіонуклідів йоду в 1-й контур за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації, крім 1-го і 2-го кварталів 2013 року. Це обумовлено розгерметизацією оболонки твела (ів) ТВЗ, що сталася в грудні 2012 року. Надалі протягом 2013 року спостерігалася тенденція до зниження значень показника виходу радіонуклідів йоду в 1-й контур.

Зниження показника виходу радіонуклідів йоду в 1-й контур обумовлено переходом на новий більш надійний тип палива - ТВСА, виявленням і вивантаженням на зберігання в басейн витримки всіх негерметичних ТВЗ, в тому числі і які не досягли критерію відбракування за результатами КГО твелів на зупиненому реакторі.

За 2013 рік на енергоблоці № 5 ВП ЗАЕС перевищень експлуатаційного межі роботи РУ по сумарної питомої активності радіонуклідів йоду в теплоносії 1-го контуру, рівного  $1,0 \times 10^{-3}$  Кі/кг, і межі безпечної експлуатації, при якому необхідний достроковий останов реактора, рівного  $5,0 \times 10^{-3}$  Кі/кг, не було.

Підтримка значень показника в зоні нормальної експлуатації досягається шляхом дотримання необхідних організаційно-технічних заходів з безперервного контролю виходу радіонуклідів йоду в 1-й контур, і, як наслідок, контролю цілісності оболонок ТВЕЛ. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня і прагнути до його підвищення шляхом вдосконалення системи контролю цілісності оболонок ТВЕЛ і ефективним виконанням заходів, спрямованих на забезпечення цілісності та надійності ТВЕЛ.

#### **Висновки щодо стану показника цілісності обладнання та трубопроводів 1-го контуру ВІ-2**

За весь аналізований період не відбулося жодного випадку порушення цілісності обладнання та трубопроводів 1-го контуру. Це доводить ефективність заходів, спрямованих на забезпечення цілісності та надійності обладнання і трубопроводів 1-го контуру. Коригувальних заходів не потрібно.

#### **Висновки щодо стану показника цілісності теплообмінної поверхні ПГ В-3**

Аналізуючи показник цілісності теплообмінної поверхні ПГ за період з 1 кв. 2007 р 4 кв. 2017 р необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 244 |

нормальної експлуатації. Це доводить ефективність заходів, спрямованих на забезпечення цілісності теплообмінної поверхні парогенераторів в період ППР, а також забезпеченням нормальних умов експлуатації парогенераторів в міжремонтний період. Коригувальних заходів не потрібно.

***Висновки щодо стану показника цілісності системи герметичних огорожень ВІ-4***

Аналізуючи показник цілісності системи герметичних огорожень за період з 1 кв. 2007 р по 4 кв. 2017 р необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації. Коливання значень показника носять природний характер, що відображає результати щорічних експлуатаційних випробувань. На результати зазначених випробувань впливає ряд факторів, найбільш значні з яких - сезонні атмосферні і тимчасові (тривалість випробувань).

Таким чином, можна зробити висновок про те, що стан системи герметичного огороження підтримується на високому рівні, відповідному вимоги НД (п. 8.3.11 ПНАЭ Г-10-021-90). Коригувальних заходів не потрібно.

***Висновки щодо стану показника ефективності управління старінням KYS***

Аналізуючи ефективність управління старінням необхідно відзначити, що показник стабільно знаходиться на рівні 100% протягом усього розглянутого періоду. Порушення в роботі енергоблока з причин, пов'язаних зі старінням обладнання, відсутні.

Інформація про заплановані заходи з управління старінням приведена в п. 2.4.1.3.5 [76].

Таким чином, на підставі вищевикладеного, може бути зроблений висновок про те, що на ВП ЗАЕС питань управління старіння обладнання енергоблоків приділяється належна увага.

***Висновки щодо стану показників ведення водно-хімічного режиму KVX1,2,3,4***

Відхилення показників від зони нормальної експлуатації мали місце для двох показників з чотирьох: показника відхилень ВХР в межах 2 -го рівня (KVX2) і показника відхилення діагностичних показників ВХР (KVX4).

Однак для цього показника мають місце досить вузькі і не зовсім коректні експлуатаційні межі, зумовлені методикою розрахунку і набором статистичних даних.

Аналізуючи показники ведення водно-хімічного режиму в цілому, слід зазначити, що протягом 2007-2017 років показники якості теплоносія першого контуру і робочих середовищ другого контуру енергоблоків знаходилися в межах значень, встановлених нормативними документами:

- СОУ-Н ЯЕК 1.013:2014 «Теплоноситель первого контура ядерных энергетических реакторов типа ВВЭР-1000. Технические требования и способы обеспечения качества»;
- СОУ-Н ЯЕК 1.028:2013 «Водно-химический режим второго контура атомных электростанций с реакторами типа ВВЭР. Технические требования к качеству рабочей среды второго контура».

**2.8.2.2.4 Оцінка показників охорони праці**

***Висновки щодо стану показника виробничих втрат КРР***

Аналізуючи показник виробничих втрат за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити його стабільне знаходження в зоні нормальної експлуатації

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 245 |

протягом практично всього розглянутого періоду. Згідно тренду показника, спостерігається стабільна тенденція до поліпшення показника за аналізований період.

Відсутність виробничого травматизму за 2012 - 2015 рр. характеризує поліпшення стан умов праці, техніки безпеки і охорони праці.

Загальних коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня і прагнути до його підвищення. Конкретні коригувальні заходи розробляються безпосередньо після сталися нещасних випадків, випадків травматизму на виробництві та профзахворювань, з урахуванням їх особливостей і специфіки і за результатами актів спеціального розслідування.

#### ***Висновки щодо стану показника частоти виникнення пожеж КСVP***

За весь аналізований період не відбулося жодного випадку пожеж або локальних загорянь. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня показника.

#### **2.8.2.2.5 Оцінка показників культури безпеки**

##### ***Висновки щодо стану показника кількості аналогічних порушень SC-2***

При аналізі показника кількості аналогічних порушень за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити його стабільне знаходження в зоні нормальної експлуатації. Починаючи з 4 кварталу 2010 року і по 4 квартал 2017 не було зафіксовано жодного порушення.

В цілому, можна відзначити ефективність діяльності з розслідування порушень в роботі і визначенню їх безпосередніх і корінних причин, призначенням коригувальних заходів. Коригувальних заходів не потрібно.

##### ***Висновки щодо стану показника якості експлуатаційної документації КKD***

Аналізуючи показник якості експлуатаційної документації за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017, необхідно відзначити стабільне знаходження показника в зоні нормальної експлуатації протягом досліджуваного періоду. Порушень в роботі енергоблока, спричинених недоліками процедур, протягом аналізованого періоду зафіксовано не було. Значення показника знаходиться на максимально можливому рівні. Коригувальних заходів не потрібно.

##### ***Висновки щодо стану показника частоти внутрішніх перевірок по самооцінці якості експлуатації KCS***

Значення показника частоти внутрішніх перевірок по самооцінці за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 значно покращився. Зростання показника припав на 2008 - 2009 рр., після чого його значення практично не змінювалося. Зростання значень показника обумовлене, перш за все, збільшенням внутрішніх самооцінок і аудитів по відношенню до інших складових даного показника.

Значення показника збільшились (покращились) як в порівнянні з 2016 роком, так і за останні п'ять років.

Це обумовлено тим, що за останній час було змінено підхід до проведення внутрішніх аудитів, перевірок та самооцінок підрозділів ВП ЗАЕС. Зміни полягають в наступному:

- Періодичне навчання аудиторів служби якості, а також уповноважених за якістю в підрозділах ВП ЗАЕС;
- Створення і ведення бази даних виявлених невідповідностей (БДВН) за рік;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 246 |

- Використання інформації БДВН при плануванні аудитів, перевірок, самооцінок підрозділів;
- Щорічне надання інформації щодо виявлених невідповідностей процесів управління власникам процесів. Це в свою чергу веде до збільшення продуктивності карт процесів.
- Обов'язкове залучення представників служби охорони праці та охорони навколишнього середовища до проведення внутрішніх аудитів.

***Висновки щодо стану показника якості технічного обслуговування і ремонту КРТО***

Розглядаючи показник якості технічного обслуговування і ремонту на енергоблоці №5 за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 можна зробити наступний висновок: за весь цей період значення показника знаходиться в зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно.

***Висновки щодо стану показника впровадження коригувальних заходів КВКМ***

Аналізуючи показник впровадження коригувальних заходів слід відзначити його стабільне знаходження в зоні нормальної експлуатації за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 зі значним запасом. Коригувальних заходів не потрібно.

**2.8.2.2.6 Оцінка показників технічного стану**

***Висновки щодо стану показника використання встановленої електричної потужності КІУМ***

При аналізі показника використання встановленої електричної потужності за період з 1 кв. 2007 р по 4 кв. 2017 р необхідно відзначити його стабільність для періоду з 2007 по 2014 роки.

Зниження коефіцієнта використання встановленої потужності енергоблока №5 в 3 кварталі 2014 року обумовлене збільшенням втрат електроенергії через обмеження по ЛЕП і відсутність попиту на електроенергію енергоблока №5 в 2014 році.

Вихід за межі «зеленої» зони на енергоблоці №5 у 2-му кварталі 2015 року обумовлено простоем енергоблока в капітальному ремонті протягом 56,15 доби, в 4-му кварталі 2015 року обумовлено збільшенням втрат електроенергії через обмеження по ЛЕП і відсутності попиту на електроенергію.

Значення показника використання встановленої електричної потужності інших років розглянутого періоду постійно перебували в «зеленій» зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно.

***Висновки щодо стану показника частоти порушень в роботі енергоблока ТС-1***

При аналізі показника частоти порушень в роботі енергоблока за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017, необхідно відзначити його стабільне знаходження в зоні нормальної експлуатації.

На підставі цього факту можна констатувати достатню ефективність діяльності з розслідування порушень в роботі і визначенню їх безпосередніх і корінних причин, призначенням коригувальних заходів.

***Висновки щодо стану показника використання часу КВ***

При аналізі показника використання часу за період з 1 кв. 2007 по 4 кв. 2017 необхідно відзначити його стабільність. За аналізований період значення показника перебували в зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня. Також, для зниження

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 247 |

втрат вироблення електроенергії необхідно прагнути до його підвищення шляхом вдосконалення експлуатації енергоблоків (підвищенням кваліфікації персоналу, зменшенням кількості порушень, підвищенням надійності систем і елементів енергоблока, модернізацією устаткування і т.п.), а також шляхом скорочення термінів перебування енергоблоків у планових і непланових ремонтах.

***Висновки щодо стану показника готовності несення номінального навантаження КГ***

При аналізі показника готовності несення номінального навантаження за 2007-2017 рр. необхідно відзначити його стабільність. За аналізований період значення показника перебували в зоні нормальної експлуатації. Коригувальних заходів не потрібно. Необхідно забезпечити збереження досягнутого рівня.

**2.8.2.2.7 Оцінка додаткових показників експлуатаційної безпеки**

***Висновки щодо стану показника корінних причин порушень в роботі енергоблока (помилки персоналу, відмови обладнання, недоліки адміністративного управління)***

Незважаючи на відсутність затвердженої методики розрахунку для даного показника, зробити певні висновки за результатами його розгляду все ж можливо. По-перше, велика частина відмов, обумовлених корінними причинами, зазначеними в назві даного показника, доводиться на відмови устаткування. При цьому, їх частка неодноразово досягала 100%. Частка відмов, викликаних помилками персоналу та недоліками адміністративного управління значно нижче. По-друге, можна відзначити неоднорідність розподілу значень даного показника за часом, а також їх значний розкид за своєю величиною, що говорить про те, що робити якісь або системні висновки про стан справ з аналізом корінних причин порушень на підставі даного показника представляється некоректним. Також в даному випадку некоректно говорити про які-небудь тенденції і тренди для даного показника, зважаючи на їх відсутність. Головний висновок, який можна зробити на підставі аналізу даного показника, що розраховується в такому вигляді - це рекомендувати експлуатуючої організації спільно з Держатомрегулювання розробити і узгодити адекватну методику його (показника) розрахунку, вимірювання і аналізу.

Також можна додати, що використовується в даному звіті підхід до розгляду цього показника був прийнятий до відома і не викликав принципових заперечень державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки, тому що аналогічний звіт з періодичної переоцінки безпеки, розроблений для енергоблока №1 ВП ЗАЕС [235] був узгоджений Держатомрегулювання (№15-18/4-1878 від 19.03.2013).

***Висновки щодо стану показника кількості втручань персоналу під час відмов або відключення способів автоматизації (коефіцієнт успішності цих втручань)***

Для енергоблока №5 ВП ЗАЕС порушень в роботі, при яких мало місце втручання персоналу під час відмов або відключення способів автоматизації, за аналізований період не зафіксовано. Тому даний показник для енергоблока №5 дорівнює нулю. Однак, як інформації до відома та для оцінки того як даний показник може себе вести при наявності вихідних даних можна порекомендувати звернутися до аналогічного звіту з періодичної переоцінки безпеки, розробленим для енергоблока №1 ВП ЗАЕС [235] і узгодженим Держатомрегулювання (№15 -18/4-1878 від 19.03.2013).

В результаті узагальнення оцінок показників поточного рівня ядерної, радіаційної, технічної безпеки, безпеки праці, культури безпеки та технічного стану енергоблоків

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 248 |

можна зробити висновок, що енергоблок №5 Запорізької АЕС в цілому зберіг досягнутий за попередній період експлуатації рівень безпеки при виробленні заданої кількості електроенергії і повному дотриманні умов Дозволів на експлуатацію енергоблоків і може безпечно експлуатуватися до наступної переоцінки.

#### **2.8.2.2.8 Аналіз діючої на АЕС системи документування показників експлуатаційної безпеки та визначення її ефективності та достатності**

В цілому, діюча у ВП ЗАЕС система документування показників експлуатаційної безпеки є досить ефективною. Більш детальна інформація щодо аналізу діючої на АЕС системи документування показників експлуатаційної безпеки та визначення її ефективності та достатності наведена п. 2.4.3 ФБ № 8 [76].

#### **2.8.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-8 «Експлуатаційна безпека»**

Енергоблок №5 ВП ЗАЕС експлуатується відповідно до вимог нормативних документів, вимог правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж.

Усі аномальні події, що відбулися на енергоблоці №5 Запорізької АЕС розслідуються та враховуються відповідно до НД. За результатами розслідування призначаються відповідні коригувальні заходи, спрямовані на усунення причин порушення та недопущення повторення подібних порушень у майбутньому. У цілому можна оцінити як змінилася кількість порушень і відхилень за розглянутий період. З урахуванням того, що всі показники експлуатаційної безпеки показали динаміку до поліпшення, можна говорити про те, що використання методів аналізу корінних причин порушень і відхилень у роботі енергоблока при розслідуванні порушень і відхилень виявилось досить ефективним. Із цього випливає також і висновок про ефективність розроблених на основі вищевказаних методів відповідних коригувальних заходів.

У результаті узагальнення оцінок показників поточного рівня ядерної, радіаційної, технічної безпеки, безпеки праці, культури безпеки й технічного стану енергоблоків можна зробити висновок, що енергоблок №5 Запорізької АЕС у цілому зберіг досягнутий за попередній період експлуатації рівень безпеки при виробленні заданої кількості електроенергії.

На підставі наведеної в цьому звіті інформації, стан поточного рівня експлуатаційної безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС може бути визнаний задовільним.

Беручи до уваги показники технічного стану експлуатаційної безпеки, обсяг виконаних коригувальних заходів, виконані та намічені на енергоблоці заходи щодо модернізації й реконструкції можна зробити висновок, про те, що існують усі необхідні передумови для продовження строку експлуатації в понадпроектний строк. Заходи щодо коректування фактора за результатами партнерської перевірки ВАО АЕС, за результатами самооцінки системи накопичення, аналізу й використання (системи обліку) досвіду експлуатації, за результатами аналізу показників експлуатаційної безпеки системи ІС ПРБ виконані. Розроблені наступні заходи щодо обігу з РАВ:

1) Впровадження сховища легкого типу для зберігання кондиціонованих РАВ в залізобетонних контейнерах відповідно з «Комплексною програмою поводження з радіоактивними відходами в ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-16 заплановане на 2021 р.



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 249 |

2) Впровадження установки вилучення РАВ зі сховищ ТРВ згідно з «Комплексною програмою поводження з радіоактивними відходами в ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-16 виконано у 2018 р.

3) Впровадження технологій ультразвукової дезактивації відповідно з «Комплексною програмою поводження з радіоактивними відходами в ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-16 заплановано на 2021 р.

4) Удосконалення системи обліку і контролю РАВ: застосування на КПРАВ системи маркування пакувань і контейнерів, яка дозволяє автоматизувати процес обліку РАВ й відстеження місцезнаходження пакувань із РАВ (установка паспортизації). Впровадження установки паспортизації виконано у 2018 р.

Також заплановані інші заходи з поліпшення фактору:

5) Виконання реконструкції ХВО з метою підвищення обсягів підживлювальної води СТВВП хімічно знесоленої водою відповідно до заходу КсПБ 071027 «Реконструкція внутрикормусних устроїв освітлителя ВТИ-400», заплановано на 30.12.18.

6) Заміна обладнання контролю забруднення персоналу бета-активними нуклідами РЗБ-04-04(М) на сучасні, впровадити установки контролю забруднення персоналу по гамма-випромінювання на виході спецкорпусу. (п.1.2.3 «Модернізація РК за нерозповсюдженням радіоактивних речовин в санпропускнику СК1» и п. 5.2.3 «Модернізація РК за нерозповсюдженням радіоактивних речовин в санпропускнику СК2» Додатку А «Программы реконструкции систем радиационного контроля АЭС Украины» ПМ-Д.0.08.428-10, захід 14401 КсПБ) СК-1 та СК-2, запланована на 31.12.19 та 31.12.20 відповідно.

7) Виконання монтажу відповідно до графіка реконструкції пожежної сигналізації на енергоблоках 1-6 відповідно до ПКД Блок №5, заплановано на 31.12.19.

Повний аналіз по даному Фактору безпеки представлений у матеріалах «Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №8. Эксплуатационные показатели безопасности энергоблока №5. 21.5.59.ОППБ.08» [76].

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про те, що ФБ-8 відповідає вимогам діючих НД з безпеки, при цьому стан фактора поліпшується у зв'язку з реалізацією додаткових заходів щодо підвищення безпеки, з урахуванням виконання вимог нововведених нормативних документів, які спрямовані на уточнення вимог по безпеці.

Проведений аналіз ФБ-8, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.

### **2.9 Фактор безпеки №9 «Використання досвіду експлуатації інших АЕС і результатів нових наукових досліджень»**

Метою аналізу цього фактора безпеки є визначення рівня безпечної експлуатації енергоблока № 5 Запорізької АЕС за рахунок реалізації на АЕС системи обліку як, в першу чергу, досвіду експлуатації українських АЕС, так і використання передового досвіду експлуатації зарубіжних АЕС (де в свою чергу, першочергова увага приділяється закордонним АЕС, з однотипними реакторними установками (ВВЕР-

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 250 |

1000)), також розглядається впровадження даних останніх наукових досліджень і інженерних розробок, визначення областей для покращення, ранжування заходів щодо коригування фактора і прогноз стану фактора в період понадпроектної експлуатації.

Детальний аналіз фактора безпеки наведено в документі ЗППБ 21.34.59.ОППБ.09 «Фактор безопасности №9. Использование опыта эксплуатации других АЭС и результатов новых научных исследований» [80].

### **2.9.1 Метод і критерії оцінки**

#### *Метод оцінки*

Враховуючи специфіку фактора безпеки «Використання досвіду експлуатації інших АЕС і результатів нових наукових досліджень» та відсутність для нього проектних основ, здатних на нього впливати, для оцінки досліджуваного фактора безпеки обраний метод експертного порівняльного аналізу (оцінки).

Метод експертної оцінки (аналізу) - це метод організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів.

Експертне оцінювання - процедура отримання оцінки проблеми на основі думки фахівців (експертів) з метою подальшого прийняття рішення (оцінки).

Експертні оцінки бувають:

- індивідуальні - засновані на використанні думки окремих експертів, незалежних один від одного;
- колективні - засновані на використанні колективної думки експертів.

Спільна думка володіє більшою точністю, ніж індивідуальна думка кожного з фахівців.

Даний метод застосовують для отримання кількісних оцінок якісних характеристик і властивостей.

У процесі дослідження ФБ-9 (аналізу і оцінки поточної ситуації) ретельно вивчено і всебічно проаналізовано встановлений в експлуатуючій організації і застосований до енергоблоків ВП ЗАЕС організаційний порядок (процедури і дії по кожному елементу встановленої на АЕС системи використання досвіду інших станцій і результатів досліджень).

Дослідження проведені відносно наступних елементів функціонування системи використання ДЕ:

- нормативно-технічна база ВП ЗАЕС, що підтримує програму ДЕ;
- управління, організація та функції програми ДЕ;
- схема вивчення зовнішнього досвіду експлуатації і прийняття рішень;
- схема вивчення результатів нових наукових досліджень, і прийняття рішень;
- система контролю впровадження заходів, звітність. Оцінка ефективності програми використання ДЕ.

#### *Критерії оцінки*

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 251 |
| <p>Критерії оцінки до даного фактора визначені і сформульовані у вигляді очікуваних результатів по кожному з елементів ФБ-9 [80]. Критеріями прийнятності для даного чинника вважати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нормативно-технічна база ВП ЗАЕС, що підтримує програму ДЕ: <ul style="list-style-type: none"> <li>– необхідно враховувати всі існуючі національні та міжнародні керівництва і позитивний досвід в галузі управління Програмою. ... Документація: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) політика і вимоги нагляду (ядерні, охорони здоров'я і безпеки, навколишнього середовища, і т.д.);</li> <li>b) міжнародні керівництва (МАГАТЕ, ВАО АЕС, INPO, Агентство з Ядерної Енергетики і т.д.);</li> <li>c) політика аналізу досвіду експлуатаційної безпеки енергопостачальної організації; політика аналізу досвіду експлуатаційної безпеки АЕС;</li> <li>d) критерії звітності (нагляду, енергопостачального підприємства, станції);</li> <li>e) критерії звітності (нагляду, енергопостачального підприємства, станції).</li> </ol> <p>(Керівництво PROSPER. IAEA-TECDOC-XYZ. Частина 1. П.п. I-1.1, I-1.2 [141]);</p> </li> </ul> </li> <li>• управління, організація та функції програми ДЕ: <ul style="list-style-type: none"> <li>– всі організації, які несуть відповідальність за безпеку, повинні впроваджувати або брати участь у впровадженні ефективної програми обліку експлуатаційного досвіду. Слід застосовувати диференційований підхід з тим, щоб участь у такій програмі було порівняти зі значенням діяльності, яка реалізується на установці, для безпеки, і з роллю організації (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п.2.2 [159]);</li> <li>– в рамках системи управління, керівництво повинно планувати і забезпечувати виконання програми обліку експлуатаційного досвіду на початку терміну служби установки з метою збору, аналізу та поширення відповідного експлуатаційного досвіду протягом усього терміну служби установки, включаючи зняття з експлуатації. Керівництво повинно забезпечити використання результатів експлуатаційного досвіду для навчання на всіх рівнях організації і у всіх областях, важливих для безпеки. Аналіз експлуатаційного досвіду повинен доповнюватися процесом з тим, щоб узагальнити всі відповідні дані з експлуатаційного досвіду, з метою визначення відповідних уроків і дій з удосконалення системи управління (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п.2.10 [159]);</li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 252 |
| <p>– ретельне вивчення досвіду експлуатації слід доручити компетентним особам, щоб виявити будь-які ознаки провісників можливих тенденцій несприятливих для безпеки і прийняти коригуючі дії до виникнення серйозних ситуацій (NS-G-2.4. П. 6.66 [140]);</p> <p>– керівництво повинно забезпечити наявність достатньої кількості персоналу з необхідною підготовкою, кваліфікацією і досвідом для роботи з програмою обліку експлуатаційного досвіду (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п.2.17 [159]) ;</p> <p>– керівництво повинно забезпечити, щоб персонал був проінформований про цілі програми обліку експлуатаційного досвіду та його ролі в її реалізації. Вимоги щодо виявлення та інформування про події, слабкі сторони роботи і негативних тенденцій повинні бути чітко визначені, з метою переконатися в тому, що ці вимоги виконуються всім персоналом, що працює на установці, включаючи підрядників. Слід також чітко визначити можливості вдосконалення програми з обліку передового досвіду. Ці вимоги повинні бути доведені до відома персоналу за допомогою формальних засобів, таких як брифінги та групові зустрічі, письмові інструкції та навчання; за допомогою неофіційних засобів, таких як інформаційні бюлетені та інформаційні системи; і, наприклад, за допомогою нагляду та інструктування (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.19 [159]).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• схема вивчення зовнішнього досвіду експлуатації і прийняття рішень: <ul style="list-style-type: none"> <li>– необхідно виконати визначення і відбір зовнішнього експлуатаційного досвіду (досвід, отриманий на інших ядерних установках та іншими зацікавленими сторонами, такими як виробники, постачальники, проектувальники і дослідні установи) на предмет придатності до установки і значущості для безпеки. Такий експлуатаційний досвід не можна відкидати, наприклад, виключно на основі відмінностей в конструкції або обладнанні; слід розглянути всі відповідні аспекти. Відбір по застосовності повинен включати в себе розгляд наступних аспектів: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Чи необхідно виконання невідкладних заходів у відповідь на значимий зовнішній експлуатаційний досвід;</li> <li>b) Чи є загальні наслідки, які можуть мати відношення до установки;</li> <li>c) Чи є аналогічне обладнання на установці;</li> <li>d) Можливість виникнення подібної події на установці;</li> <li>e) Чи можливо застосувати дані коригувальні заходи щодо встановлення;</li> <li>f) Чи існують подібні умови навколишнього середовища;</li> <li>g) Чи спостерігаються в організації аналогічні очікування керівництва, поведінка персоналу, методи або процеси (тобто, організаційні чинни-</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 253 |
| <p>ки) (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.36 [159]);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- слід встановити ефективну програму з аналізу досвіду експлуатації, що забезпечує методи аналізу як подій, що мали місце на станції, так і подій в атомній промисловості загалом, що дозволяють виявити специфічні для станції заходи, які необхідні для запобігання виникнення подібних подій. (NS-G-2.4 П. 6.62 [192]);</li> <li>- уроки, витягнуті з внутрішнього і зовнішнього експлуатаційного досвіду, повинні застосовуватися у відповідних процесах, таких як навчання, перегляд процедур, керівництво роботою, а також проектування і модифікація установки (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.71 [159]).</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• схема вивчення результатів нових наукових досліджень, і прийняття рішень: <ul style="list-style-type: none"> <li>- експлуатуюча організація підтримує належний зв'язок з організаціями підтримки (виробниками, дослідницькими організаціями та проектувальниками), які беруть участь в проекті вантажів, з метою доведення експлуатаційного досвіду до їхнього відомо і отримання при необхідності рекомендацій у разі відмови обладнання або в інших випадках (SSR-2/2 П. 5.32 [142]);</li> <li>- відповідний експлуатаційний досвід повинен своєчасно передаватися іншим організаціям на відповідних рівнях (наприклад, на рівні проектувальників, конструкторів, установок або експлуатуючих організацій, або національних і міжнародних організацій). До одержувачам різної інформації відносяться організації планують або здійснюють ядерні програми; організації технічної підтримки в ядерній сфері; постачальники, включаючи проектні організації, інженерні підрядні організації і виробники; регулюючі органи; і централізовані міжнародні системи інформування (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.70 [159]).</li> </ul> </li> <li>• система контролю впровадження заходів, звітність. Оцінка ефективності програми використання ДЕ: <ul style="list-style-type: none"> <li>- інформація про експлуатаційний досвід ретельно розглядається компетентними особами з метою виявлення будь-яких подій-попередників або тенденцій в умовах, які впливають на безпеку, для того, щоб до виникнення серйозних умов можна було вжити необхідних коригувальних дій (SSR-2/2. П. 5.29 [142]);</li> <li>- за результатами аналізу зовнішнього експлуатаційного досвіду повинні бути розроблені рекомендації щодо виконання коригувальних дій для запобігання подібних подій або зменшення ймовірності їх виникнення на установці (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатаци-</li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 254 |

онного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.60 [159]);

– необхідно періодично виконувати оцінку основних коригувальних дій, які не були виконані, з тим, щоб перевірити, чи існує ще ризик для установки. Продовження термінів або зміна, або скасування виконання основних коригувальних дій має бути зведено до мінімуму і відбуватися тільки з дозволу вищого керівництва установки. Ефективність основних коригувальних дій слід переглянути після їх виконання (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.65 [159]);

– коригувальні дії слід відстежувати до повного їх виконання (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.66 [159]);

– оцінка ефективності програми обліку експлуатаційного досвіду повинна проводитися з використанням таких методів, як самооцінка, порівняльний аналіз і незалежна партнерська перевірка. Така оцінка повинна проводитися на регулярній основі робочими групами, що складаються з досвідчених експертів, які знайомі з програмою експлуатаційного досвіду (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.76 [159]);

– результати різних оцінок ефективності програми обліку експлуатаційного досвіду повинні використовуватися для визначення областей удосконалення і для виконання удосконалення за допомогою відповідних заходів. Оцінки також повинні використовуватися для визначення ефективності попередніх заходів щодо усунення певних недоліків, а в ефективності програми (SSG-50 «Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности» п. 2.78 [159]).

## **2.9.2 Результати оцінки**

### **2.9.2.1 Нормативно-технічна база ВП ЗАЕС, що підтримує програму досвіду експлуатації (ДЕ)**

При дослідженні наявних у експлуатуючої організації НАЕК «Енергоатом» і в ВП ЗАЕС нормативно-технічних документів і процедур, а також організаційно-розпорядчих документів, що встановлюють систему накопичення, аналізу та використання галузевого досвіду експлуатації, встановлено, що діяльність підтримується необхідною нормативно-технічною базою, визначає і встановлює:

- політику станції в області використання ДЕ [80];
- цілі і завдання [82];
- необхідну структуру системи накопичення, аналізу та використання ДЕ (СНАВ ДЕ) [82];
- необхідні функції з управління СНАВ ДЕ [82];

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 255 |

- коригувальних заходів, а також періодичних самооцінок ефективності СНАВ ДЕ [82, 83, 86].

### 2.9.2.2 Управління, організація і функції програми ДЕ

Існуюча політика ВП ЗАЕС в області безпеки виражена в «Руководстве по интегрированной системе управления ОП «Запорожская АЭС» 00.ОК.РК.01-19 [81] і підтверджує, що керівництво АЕС і підрозділів усвідомлює, що безпека експлуатації ядерного енергоблока, в тому числі, залежить від всебічного аналізу досвіду експлуатації з подальшим винесенням уроків, а також від своєчасних і адекватних коригувальних заходів.

Основною метою діяльності по використанню досвіду експлуатації в ВП ЗАЕС є підвищення безпеки і надійності експлуатації енергоблоків ЗАЕС шляхом впровадження і підтримки ефективної системи накопичення, аналізу і використання досвіду експлуатації (СНАВ ДЕ).

Для досягнення зазначеної мети, в процесі функціонування системи використання досвіду експлуатації, вирішуються завдання систематичного пошуку, відбору, аналізу застосовності експлуатаційного досвіду з подальшим впровадженням прийняттого досвіду шляхом розробки і реалізації коригувальних заходів для покращення процесів, процедур, підготовки персоналу.

Система використання зовнішнього досвіду експлуатації в ВП ЗАЕС включає в себе наступні елементи:

- документи ДП «НАЕК «Енергоатом»;
- документи, що містять інформацію про стан устаткування, надійність і безпеку АЕС України, про вдосконалення систем і елементів АЕС;
- документи ВАО АЕС-МЦ;
- інформаційні документи МАГАТЕ та інших зарубіжних організацій, що відносяться до досвіду експлуатації АЕС;
- інформаційні матеріали українських об'єктів електроенергетики, які не входять до складу ДП «НАЕК «Енергоатом»;
- інформаційні матеріали та повідомлення регулюючих органів і їх організацій (Держатомрегулювання України, ДНТЦ ЯРБ);
- інформаційні матеріали проєктних і науково-дослідних організацій (КІЕП, ХІЕП, ІЯД НАН України), постачальників, виробників.

В «Положении о системе использования опыта эксплуатации в ОП ЗАЭС» [82] визначені всі функції учасників процесу використання досвіду експлуатації, в тому числі керівництва ВП ЗАЕС.

Для приведення організаційної структури ВП ЗАЕС у відповідність до вимог міжнародних місій, в частині управління використанням ДЕ, в ВП ЗАЕС створено Відділ надійності та досвіду експлуатації (ВНтаДЕ).

Штат Відділу надійності та досвіду експлуатації складається з кваліфікованих фахівців, що мають великий стаж роботи в ВП ЗАЕС. Фахівці ВНтаДЕ знайомі зі станційними інструкціями і процедурами, практикою експлуатації, технологіями, які використовуються на атомній станції, і методологією аналізу подій. Вони тісно співпрацюють з провідними фахівцями, які працюють в цьому напрямку, не тільки в ВП ЗАЕС, а й з фахівцями інших українських і зарубіжних АЕС.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 256 |

Основними завданнями Відділу надійності та досвіду експлуатації є організація збору повної і достовірної первинної інформації про порушення в роботі атомних станцій, про відмови і пошкодження обладнання при експлуатації, дефекти, виявлені при експлуатації, вхідному контролі, монтажі та пусконаладжувальних роботах устаткування, причини їх виникнення, проведення розслідувань, а також розробка, спільно з іншими підрозділами ВП ЗАЕС, заходів щодо підвищення надійності устаткування. Вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду експлуатації обладнання з метою підвищення ефективності та надійності його роботи в ВП ЗАЕС.

При дослідженні програми використання ДЕ інших АЕС і нових наукових досягнень в частині управління, організації та функцій, наявності формалізованих процедур та інструкцій, проведено зіставлення поточного стану даного елемента Програми на відповідність із заданими критеріями, в результаті встановлено:

- створена і функціонує система використання експлуатаційного досвіду інших АЕС, а також наукових досліджень і інженерних розробок;
- діяльність забезпечена кадрами: призначений персонал, відповідальний за організацію роботи по використанню ДЕ, у всіх підрозділах, пов'язаних з основною діяльністю станції;
- обов'язок і відповідальність всіх учасників процесу використання ДЕ чітко визначені ([82]);
- відділ надійності і досвіду експлуатації має зворотний зв'язок від використання ДЕ в підрозділах ВП ЗАЕС (в процесі проведення щоквартальних нарад по ДЕ, періодичних самооцінок і безпосередньої роботи ВНтаДЕ з персоналом станції) ([82]).

### **2.9.2.3 Визначення та облік всіх джерел експлуатаційного досвіду, відбір інформації**

Джерела інформації з експлуатації в галузі визначені, доступ до цих джерел офіційно відкритий і систематично перевіряється.

Джерела зовнішнього ДЕ встановлені в процедурі [82] і включають в себе такі організації, як МАГАТЕ - IRS (система подачі звітів про події); ВАО АЕС -WER (повідомлення про події), SER (повідомлення ВАО АЕС про значні події), SOER (повідомлення ВАО АЕС про значний досвід експлуатації); національна енергогенеруюча компанія (ДП «НАЕК «Енергоатом»); інформаційні матеріали та повідомлення регулюючих органів і їх організацій (Держатомрегулювання України, ДНТЦ ЯРБ).

Інформація по ДЕ відповідним чином аналізується з метою відбору і розстановки пріоритетів для подальшого дослідження.

Критерії чітко встановлені в «Положення про систему використання досвіду експлуатації у ВП ЗАЕС» 00.ДЕ.ПЛ.09-18 [82], аналіз виконується систематично і своєчасно.

### **2.9.2.4 Схема вивчення внутрішнього та зовнішнього досвіду експлуатації і прийняття рішень**

Одним з основних і важливих джерел експлуатаційного досвіду є обмін інформаційними повідомленнями про події на вітчизняних і зарубіжних АЕС.



|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 257 |
| <p>Відповідно до встановленої в ВП ЗАЕС процедури [82], відбувається:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• аналіз інформації, що надходить по досвіду експлуатації необхідний для оцінки застосовності зовнішнього досвіду експлуатації і розробки попереджувальних заходів;</li> <li>• аналіз і обмін внутрішнім досвідом експлуатації з іншими АЕС України;</li> <li>• розробка заходів і рекомендацій, спрямованих на усунення всіх виявлених недоліків і вдосконалення технологічного процесу в ВП ЗАЕС.</li> </ul> <p>На ЗАЕС надходить інформація з досвіду експлуатації з усіх зовнішніх джерел, встановлених в процедурі [82] і наведених на схемі вивчення зовнішнього досвіду експлуатації і прийняття рішень (Рис. 2.10).</p> <p>Інформаційні повідомлення та інформаційні листи, що надходять на ЗАЕС з ДП «НАЕК «Енергоатом», містять відомості з досвіду експлуатації АЕС, а також інших галузей, якщо такий досвід може бути поширений на АЕС.</p> <p>Надходження інформаційних повідомлень по лінії ВАО АЕС про події на АЕС світу, як зазначалося раніше, здійснюється по електронних каналах зв'язку з веб-сайту ВАО АЕС-МЦ.</p> <p>На Рис. 2.10 представлена схема використання внутрішнього і зовнішнього досвіду експлуатації в ВП ЗАЕС.</p> <p>Усі звіти про порушення, події, які поступають в ВП ЗАЕС, направляються в Відділ надійності та досвіду експлуатації, де вони реєструються і заносяться в базу даних (БД).</p> <p>У цій БД також ведеться електронний облік встановлених термінів проходження інформації в підрозділах. У ВНтаДЕ формується Карта Зворотного Зв'язку (КЗЗ), яка разом з даним інформаційним повідомленням направляється в підрозділи для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• детального аналізу повідомлення;</li> <li>• оцінки важливості інформації;</li> <li>• визначення кола фахівців ВП ЗАЕС для ознайомлення, аналізу даного повідомлення і пропозиції коригувальних заходів.</li> </ul> <p>Один раз на півроку ВНтаДЕ виконує аналіз і виявлення прецедентів і негативних тенденцій по малозначущих подіях, який оформляється «Звітами про аналіз і виявлення прецедентів і негативних тенденцій по малозначущих подіях у ВП АЕС». За результатами аналізу прецедентів і негативних тенденцій по малозначущих подіях визначаються причини і розробляються коригувальні заходи.</p> <p>Після відповідного аналізу повідомлень і заповнення КЗЗ, ВНтаДЕ працює з підрозділами АЕС по даній інформації, і результати аналізу відображаються в БД «Облік подій зовнішнього досвіду експлуатації» (ВАО АЕС-МЦ і АЕС Компанії).</p> <p>Коригувальні заходи, раніше запропоновані в КЗЗ, ВНтаДЕ формує в перелік коригувальних заходів, що підлягають впровадженню в ВП ЗАЕС, терміни їх виконання та відповідальні виконавці. Контроль виконання цих заходів здійснює ВНтаДЕ, перелік заходів, що впроваджуються в ВП ЗАЕС (в ППР або в період поточної експлуатації), заверджує головний інженер.</p> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 258 |

Така схема вивчення подій інших АЕС і винесення експлуатаційних уроків, позитивно зарекомендувала себе на протязі багатьох років.

Керівники станції і підрозділів беруть безпосередню участь в програмі використання досвіду інших АЕС, регулярно проводять роботу в своїх підрозділах по застосуванню зовнішнього експлуатаційного досвіду.

Застосовні для станції уроки ефективно передаються станційному персоналу. Схема вивчення подій інших АЕС і винесення експлуатаційних уроків, встановлена в ВП ЗАЕС однією з останніх зовнішніх перевірок станції ВАО АЕС визнана «позитивною практикою». Інформація по зовнішньому ДЕ використовується на всій станції, є легко доступною, персонал знає, як її отримати.

Інформація з досвіду експлуатації аналізується керівниками станційних підрозділів для визначення винесених з подій уроків, які відповідають потребам кожного підрозділу.

Інформація по ДЕ використовується при навчанні персоналу.

З метою ефективного управління накопиченим ДЕ застосовуються відповідні інформаційні системи.

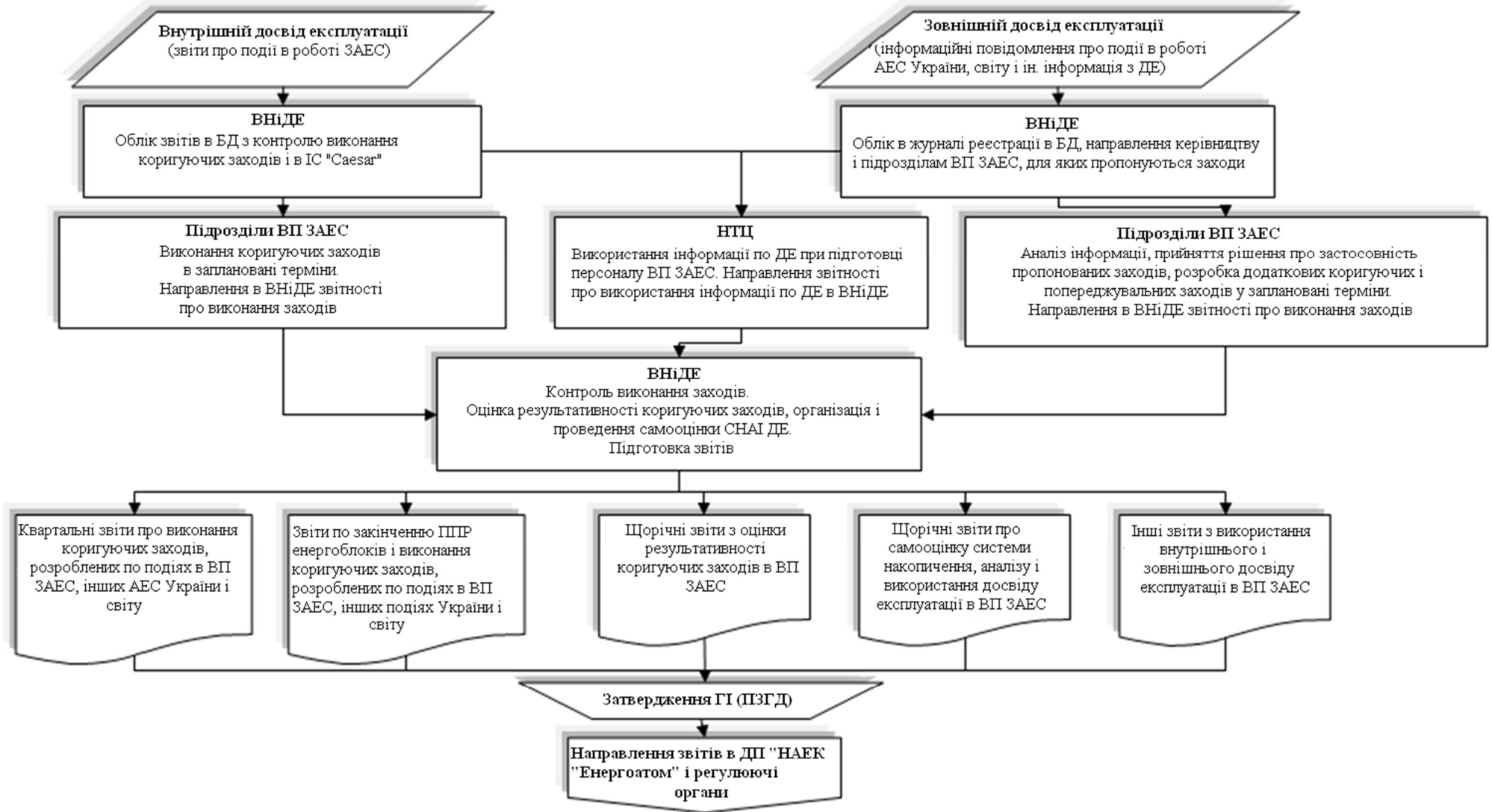


Рис. 2.10 Схема використання внутрішнього і зовнішнього досвіду експлуатації в ВП ЗАЕС

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 260 |

### **2.9.2.5 Схема отримання інформації про результати досліджень за відповідними дослідницькими програмами**

У відповідності з «Положенням о системе использования опыта эксплуатации в ОП ЗАЭС» [82], джерелами для обміну інформацією про нові наукові дослідження та інженерні розробки є:

- інформаційні матеріали проєктних і науково-дослідних організацій, постачальників, виробників;
- технічні бюлетені від постачальників продукції, заводів-виготовлювачів, генерального проєкту вальника.

Відповідно до структурної організаційної схемою ВП ЗАЕС координація діяльності підрозділів щодо коригування програм модернізації та реконструкції з точки зору реальних показників надійності, регулювання проведення науково-дослідних розробок і проєктно-конструкторської підготовки виробництва з метою модернізації обладнання покладена на Службу з управління надійністю, ресурсом і модернізації (СУНРМ) [160].

При плануванні модернізацій обладнання або систем на ЗАЕС, а також реконструктивних робіт, в обов'язковому порядку проводиться моніторинг інформації про нові наукові дослідження і розробки в цій області, з метою досягнення максимального задоволення вимог якості, що пред'являються до цього устаткування або систем. Ця вимога встановлена в процедурах ВП ЗАЕС.

Так, стандартом підприємства СТП 01.39.001-2014 [85] встановлено, що джерелами інформації про потреби в реконструкції є процеси і події структурних підрозділів ВП ЗАЕС, в тому числі:

- аналізи подій з інформаційних повідомлень українських і зарубіжних АЕС;
- аналіз місцевого, вітчизняного і міжнародного досвіду експлуатації, в тому числі по заходах, вжитих на інших АЕС;
- аналізи інформації постачальників;
- аналіз звітів про відрядження на зарубіжні АЕС та ЕО.

Аналіз подій на українських і зарубіжних АЕС, як одне з джерел виявлення необхідності проведення реконструкції, може також ініціювати фахівців ЗАЕС звертатися в науково-дослідні організації за рішенням конкретних проблем.

При вирішенні питань проведення модернізацій і реконструкцій на станції, а також продовження експлуатації устаткування, здійснюється зворотний зв'язок, а також використовується досвід експлуатації.

Таким чином, джерела інформації для обміну інформацією про нові наукові дослідження та інженерні розробки в станційних процедурах встановлені.

Ці джерела враховують такі організації як, Постачальники, Виробники, Проєктувальник, науково-дослідні організації тощо.

Вивчення проведених за останні 10 років на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС модернізацій і основних реконструктивних робіт показує, що при їх підготовці та реалізації використовуються результати нових наукових досліджень і інженерних розробок.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 261 |

### **2.9.2.6 Система контролю впровадження заходів, звітність**

У ВП ЗАЕС здійснюється обов'язковий аналіз повідомлень про події в роботі інших АЕС, відповідно до процедури [82]. Всі прийняті заходи, з установленими термінами їх виконання та відповідальними виконавцями, заносяться в БД. Контроль виконання цих заходів здійснює ВНтаДЕ.

Відповідно до вимог процедури [82], в повсякденній діяльності, персонал відповідальний за впровадження коригувальних дій, активно залучений в їх розробку при аналізі вхідних повідомлень про досвід інших АЕС.

У ВП ЗАЕС функціонує ефективна система з обліку малозначущих подій [137].

Розробка, реалізація, контроль виконання та оцінка результативності коригувальних заходів в ВП ЗАЕС здійснюється в повній відповідності з галузевою процедурою [83], що встановлює всі необхідні вимоги.

Результативність коригувальних дій періодично оцінюється на практиці (один раз на рік) з підготовкою відповідного звіту.

### **2.9.2.7 Результати сторонніх перевірок. Самооцінка, контроль ефективності програми використання ДЕ**

З метою підвищення рівня безпечної і надійної експлуатації енергоблоків, а також для сприяння постійному зростанню експлуатаційної безпеки станції в ВП ЗАЕС періодично проводяться партнерські перевірки, місії та інші заходи з обміну експлуатаційним досвідом.

Ці заходи (перевірки, місії, місії технічної підтримки, семінари, технічні наради, тощо) проводяться під егідою ВАО АЕС і МАГАТЕ, за участю фахівців українських АЕС, ВП ЗАЕС і експертів міжнародних організацій.

Нижче наведено перелік міжнародних місій і партнерських перевірок, що проводилися в ВП ЗАЕС протягом 10-и років (з 2008 по 2018 роки):

- 2008 - Спільний проєкт ЄК, МАГАТЕ та України з оцінки безпеки українських АЕС. Завдання 2. Оцінка експлуатаційної безпеки;
- 2009 - експертні місії спільного проєкту ЄК, МАГАТЕ та України з оцінки безпеки українських АЕС. Завдання 1 «Проєктна безпека» і завдання 3 «Поводження з відходами та виведення з експлуатації»;
- 2009 - Повторна партнерська перевірка (Follow-Up) ВАО АЕС;
- 2012 - Партнерська перевірка ВАО АЕС;
- 2014 - Повторна партнерська перевірка (Follow-Up) ВАО АЕС.
- 2016 - Партнерська перевірка ВАО АЕС;
- 2018 - Повторна партнерська перевірка (Follow-Up) ВАО АЕС.

На відміну від інших АЕС України, всі сторонні перевірки, що проводилися на Запорізькій атомній станції, проводилися для всієї станції цілком (енергоблоки №№1-6), а не по блоках, що відображено у звітах даних перевірок.

У період з 6 по 21 жовтня 2016 року у Запорізькій АЕС проводилася повномасштабна партнерська перевірка командою експертів Московського центру ВАО АЕС.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 262 |

До складу команди партнерської перевірки увійшли 22 експерти і 2 координатора з 13 країн (Вірменії, Болгарії, Угорщини, Індії, Ірану, Італії, Китаю, Литви, Росії, Словаччини, США, України та Чехії), в тому числі і представники Лондонського офісу і Атлантичного центру ВАО АЕС.

Метою перевірки була оцінка виробничої діяльності станції по забезпеченню безпечної та надійної експлуатації, в результаті якої командою експертів були виявлені сильні сторони і області для покращення.

Виробнича діяльність станції оцінювалася в 2 фундаментальних, 6 функціональних і 10 загальновиробничих областях, зазначених в таблиці:

| Фундаментальні області                                      | Функціональні області   | Загальновиробничі області  |
|---|---|--|
| 1. Професійні працівники атомної енергетики<br>2. Лідерство | 1. Експлуатація<br>2. Технічне обслуговування та ремонт<br>3. Хімія<br>4. Інженерно-технічне забезпечення<br>5. Радіаційний захист<br>6. Підготовка персоналу | 1. Пріоритетні експлуатаційні цілі («Експлуатаційний фокус»)<br>2. Управління роботами<br>3. Надійність обладнання<br>4. Управління конфігурацією (проектним станом) АЕС<br>5. Радіаційна безпека<br>6. Удосконалення виробничої діяльності<br>7. Досвід експлуатації<br>8. Ефективність організаційної структури<br>9. Протипожежний захист<br>10. Протиаварійна готовність |

Результати партнерської перевірки 2016 року показали, що основні види діяльності АЕС підтримуються стабільно на хорошому рівні. Відзначається, що проводиться великий обсяг робіт з модернізації обладнання, щодо покращення умов виконання робіт для персоналу, вдосконалення технологічних операцій на обладнанні, переоснащення протиаварійними засобами.

Області для покращення, сформульовані в ході експлуатаційної партнерської перевірки 2016 року, базувалися не на дотриманні мінімальних вимог стандартів і правил, а на прикладах позитивної світової практики і не були ознаками незадовільного виконання робіт на станції, що перевірялася.

Протягом повторної партнерської перевірки (Follow-Up) ВАО АЕС в 2018 році проводився аналіз станційної документації, були проведені інтерв'ю з персоналом АЕС. Щодня всебічно обговорювалися виявлені факти з керівниками станції різних рівнів і на нарадах команди.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 263 |

Мета повторної партнерської перевірки полягала в оцінці поточного стану областей для покращень і ефективності коригувальних заходів, розроблених Запорізькою АЕС за підсумками повномасштабної партнерської перевірки, що відбулася в період з 6 по 21 жовтня 2016 року, а також в оцінці зусиль, спрямованих на підвищення безпеки і якості експлуатації АЕС. Всі коригувальні заходи на момент проведення ППП були виконані.

При проведенні повторної партнерської перевірки в 2018 році командою експертів ВАО АЕС відзначено, що Запорізькою АЕС проведена велика робота з вирішення проблем виробничої діяльності, і є впевненість, що мета буде досягнута; проте керівництву АЕС необхідно продовжувати координувати і контролювати зусилля спрямовані на покращення виробничої діяльності.

Відповідно до встановленої процедури з проведення самооцінки [86] станційний персонал перевіряє ефективність використання інформації про досвід експлуатації. Періодично виконується самооцінка процесу використання ДЕ в ВП ЗАЕС. Незалежні оцінки (МАГАТЕ, ВАО АЕС) також виконуються.

Внутрішня оцінка враховує всі основні елементи Програми використання ДЕ (стратегія; організація; дії; результати).

У самооцінку Програми використання ДЕ залучені всі основні підрозділи АЕС і керівний персонал ВП ЗАЕС.

Аналіз ефективності Програми з використання ДЕ забезпечує зворотний зв'язок для станційного керівництва і дає рекомендації для розробки коригуючих заходів для усунення слабких місць.

Цей аналіз призначений не для оцінки виконання різних адміністративних вимог, а фокусується на тому, наскільки ефективно станція використовує досвід експлуатації для зниження тяжкості і повторюваності подій і наскільки добре персонал застосовує уроки з досвіду експлуатації, для виконання необхідних вдосконалень.

### **2.9.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-9 «Використання досвіду експлуатації інших АЕС і результатів нових наукових досліджень»**

При проведенні періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС, в рамках дослідження фактора безпеки №9, були піддані ретельному аналізу всі складові встановленої в ВП ЗАЕС системи з використання досвіду інших станцій і результатів нових наукових досліджень і інженерних розробок.

Дослідження були проведені відносно наступних елементів функціонування системи використання ДЕ:

- управління, організація та функції програми ДЕ. Нормативно-технічна база ВП ЗАЕС, що підтримує програму ДЕ;
- джерела експлуатаційного досвіду. Схема вивчення зовнішнього досвіду експлуатації і прийняття рішень;
- схема вивчення результатів нових наукових досліджень і прийняття рішень;
- програма коригувальних заходів, контроль, звітність. Оцінка ефективності програми використання ДЕ.

Визначено області для поліпшення і коригувальні заходи.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 264 |

З метою виконання коригувальних дій щодо виявлених невідповідностей та областей, які потребують поліпшення, розроблені і виконані короткострокові і перспективні заходи.

| №   | Області для покращення  | Найменування заходів  | Початок реалізації - кінцевий термін реалізації | Характер заходу  |
|---|---|---|---|--|
| Джерела експлуатаційного досвіду. Схема вивчення зовнішнього досвіду експлуатації і прийняття рішень. |   |   |   |  |
| 05-09-01  | Відзначено можливість підвищення ефективності Програми використання ДЕ, шляхом застосування інформаційних технологій (перехід на електронну форму ознайомлення з ВП та отримання зворотного зв'язку) для скорочення термінів вивчення повідомлень про події | Виконати доопрацювання існуючої інформаційної системи, з можливістю внесення своїх пропозицій в КЗЗ та отримання зворотного зв'язку від інших підрозділів | 2012 - 2019                                     | Перспективне завдання. Виконується.<br>1) У ВП ЗАЕС (як і в усіх ВП АЕС ДП НАЕК «Енергоатом») впроваджена і використовується «Об'єднана інформаційна система досвіду експлуатації» (ОІСДЕ), що дозволяє вивчати зовнішній ДЕ одночасно всім керівникам і фахівцям в режимі «on-line».<br>2) Станом на 30.03.2019 в стадії дослідної експлуатації в ВП ЗАЕС знаходиться автоматизована інформаційна система «Досвід» (АІС «Досвід»), яка була розроблена в рамках міжнародного проекту ІСЯБ U1.05.09/T4 «Підвищення ядерної безпеки за допомогою розуміння впливу людського фактора». По завершенні дослідної експлуатації АІС «Досвід» буде прийнята в ВП ЗАЕС та інших АЕС Компанії в якості галузевої. |

Виконано прогноз стану фактора на період експлуатації в понадпроектний термін. Якість використання досвіду експлуатації буде стабільною або незначно планомірно підвищуватися в міру впровадження нових інформаційних технологій.

За результатами виконаної роботи отримано підтвердження того, що в ВП ЗАЕС встановлена ефективна система міжнародного співробітництва і врахування досвіду експлуатації інших АЕС, а також результатів нових наукових досліджень і інженерних розробок щодо забезпечення і підвищення безпеки аналізованого енергоблока.

Всі досліджувані елементи системи використання досвіду експлуатації атомних електростанцій функціонують на належному рівні, відповідно до вимог національних НТД і міжнародних керівництв (МАГАТЕ, ВАО АЕС).

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про те, що ФБ-9 відповідає вимогам чинних НД з безпеки, при цьому стан фактора покращується у зв'язку з реалізацією додаткових заходів щодо підвищення безпеки, з урахуванням виконання вимог нововведених нормативних документів, які спрямовані на уточнення вимог з



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 265 |

безпеки, і енергоблок №5 може безпечно експлуатуватися в понадпроектний термін до наступної переоцінки.

## **2.10 Фактор безпеки №10 «Організація експлуатації енергоблока і управління виробничими процесами»**

Метою аналізу даного фактора безпеки є опис існуючої організації експлуатації ВП ЗАЕС, процедур управління і аналіз відповідності їх вимогам культури безпеки, для підтвердження того, що організація і управління не вносять негативний внесок в ризик виникнення аварій, і відповідають вимогам з ядерної та радіаційної безпеки і досвіду інших країн.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ «Фактор безпеки №10. Організація експлуатації енергоблока №5 и управление производственными процессами. 21.5.59.ОППБ.10» [87].

### **2.10.1 Метод і критерії оцінки**

#### *Метод оцінки*

Метод аналізу даного фактора безпеки визначено п. 5.3.3 СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6], а саме при розробці даного документа використовувався детерміністичний аналіз результатів оцінки діяльності ВП ЗАЕС з організації та управління експлуатації вимогам нормативної документації.

#### *Критерії оцінки*

Відповідно до цілей аналізу ФБ-10, наведених в розділі 6.5.1.1 СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6], при аналізі даного фактора безпеки прийняті наступні критерії оцінки:

- відповідність процедур управління вимогам культури безпеки;
- підтвердження того, що організація і управління експлуатацією не вносять негативний внесок в ризик виникнення аварій;
- відповідність системи організації та управління експлуатацією вимогам нормативної документації.

Відповідно до вимог до структури та змісту звіту з періодичної переоцінки безпеки діючих енергоблоків АЕС (СОУ-Н-ЯЕК 1.004:2007 [6]) розгляд охоплює наступні складові організації і управління:

- політику експлуатуючої організації в області безпеки;
- механізми постановки задач виробництва і безпеки;
- організаційні структури атомної станції;
- положення про структурні підрозділи і посадові інструкції персоналу;
- порядок контролю за експлуатаційною документацією;
- програми забезпечення якості, залучення незалежних аудиторів з забезпечення якості;
- відповідність регулюючим вимогам;
- контроль за проектною, експлуатаційною і ремонтною документацією;
- програми з постійного удосконалення і самооцінки;
- порядок ухвалення рішень з внесення змін в організаційну структуру, які можуть впливати на безпеку енергоблока і АЕС в цілому».

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 266 |

## **2.10.2 Результати оцінки**

### **2.10.2.1 Політика експлуатуючої організації в області безпеки**

Політика в області безпеки у ВП ЗАЕС здійснюється відповідно до «Заяви про політику державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» (Додаток А до ФБ-10 [87]). Даною Заявою керівництвом ВП ЗАЕС як підрозділом ДП «НАЕК «Енергоатом» підтверджуються зобов'язання здійснювати діяльність відповідно до вимог норм, правил і стандартів з безпеки, що діють в атомній енергетиці.

### **2.10.2.2 Механізми постановки завдань виробництва і безпеки**

Механізм постановки завдань виробництва і безпеки полягає в наступному - за кожним керівником ВП ЗАЕС документом 00.ОК.ПЛ.06-15 [88] закріплені напрямки діяльності. Зазначений документ також визначає функції структурних підрозділів ВП ЗАЕС і сфери діяльності керівників вищої ланки управління.

Основні цілі діяльності ВП ЗАЕС щорічно формуються в Наказі №1, який є комплексним планом організаційно-технічних заходів і встановлює наступні завдання:

- забезпечення безпечної експлуатації АЕС та захисту навколишнього середовища шляхом чіткого контролю виконання вимог діючих норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки;
- забезпечення стабільної та надійної роботи технологічного комплексу;
- виконання умов ліцензій і дозволів;
- створення, підтримка і контроль умов для досягнення оптимальних економічних показників роботи.

Координація та шляхи досягнення поставлених завдань здійснюються шляхом розробки планів-заходів і контролю їх виконання.

Адміністрація ВП ЗАЕС здійснює постійне керівництво поточною діяльністю ВП ЗАЕС шляхом проведення щоденних селекторних нарад, нарад щодо виконання конкретних виробничих програм, заходів, завдань і т.п. Рішення нарад оформляються протоколами, доводяться до відома керівників підрозділів-виконавців і є обов'язковими для виконання.

### **2.10.2.3 Організаційна структура атомної станції**

Для забезпечення безпечної експлуатації і підтримки досягнутого рівня безпеки в ВП ЗАЕС створена організаційна структура відокремленого підрозділу «Запорізька АЕС», що входить до складу експлуатуючої організації ДП «НАЕК «Енергоатом». Правові основи діяльності ВП ЗАЕС викладені в ПЛ-П.1.10.025-15 [89].

Організаційна структура визначає чіткий взаємозв'язок різних видів діяльності всередині організації між структурними одиницями, спрямованих на досягнення поставленої мети (виконання комплексу завдань). Діяльність по виконанню завдань планує, організовує і контролює структурний підрозділ АЕС, відповідальний за здійснення даного виду діяльності в межах наданих ресурсів і певних об'єктів управління. Зворотній зв'язок при виконанні завдань здійснюється підрозділами, які беруть участь в їх виконанні. Виконання кожного завдання здійснюється відповідно до вимог діючої на ВП ЗАЕС виробничої документації (регламенти, стандарти підприємства, положення, інструкції, програми, керівництва та ін.).

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 267 |

Управління ВП ЗАЕС здійснює генеральний директор - заступник керівника експлуатуючої організації на майданчику ВП ЗАЕС на правах єдиноначальності в рамках повноважень, наданих йому президентом ДП «НАЕК «Енергоатом».

У підпорядкуванні генерального директора знаходяться керівники та структурні підрозділи відповідно до організаційної структури ВП ЗАЕС, затвердженої в установленому порядку.

Генеральний директор видає розпорядження в письмовій або усній формі підлеглому персоналу, які є обов'язковими для виконання у встановлені терміни.

#### **2.10.2.4 Положення про структурні підрозділи і посадові інструкції персоналу**

У ВП ЗАЕС розроблений і введений в дію документ СТП 01.81.019.2-2016 [90], який визначає вимоги до побудови, змісту, викладу, оформлення, затвердження, погодження, перегляду та зберігання положення про підрозділ, посадових і робочих інструкцій.

Для кожного підрозділу ВП ЗАЕС розроблено окреме положення і комплект посадових інструкцій персоналу, що відповідає штатному розкладу даного підрозділу.

Положення про структурний підрозділ ВП ЗАЕС є основним документом, для забезпечення ефективного управління підрозділом і визначення функціонально-правової взаємодії зі службами і підрозділами ВП ЗАЕС, ДП «НАЕК «Енергоатом» та іншими організаціями. У положенні детально описані місце і роль підрозділу в структурі управління ВП ЗАЕС, функції підрозділу і його структурних одиниць при здійсненні та контролі виконання напрямків діяльності.

Розробка положень здійснюється керівниками відповідних структурних підрозділів.

Посадова інструкція є основним документом, який визначає та регламентує правовий статус, вимоги до кваліфікації і знань, обов'язки, права, відповідальність і взаємовідносини працівників.

Положення про структурні підрозділи і посадові інструкції персоналу є невід'ємною частиною системи управління документацією.

#### **2.10.2.5 Порядок контролю за проєктною, експлуатаційною та ремонтною документацією**

Виробнича документація розробляється на підставі нормативних, проєктних документів, типових інструкцій, положень, стандартів підприємства, а також на підставі досвіду експлуатації.

Будь-яка документація, що розробляється структурними підрозділами ВП ЗАЕС, повинна узгоджуватися, затверджуватися, реєструватися, зберігатися, коригуватися і переглядатися.

Погоджений відповідними керівниками документ направляється на затвердження керівництву ВП ЗАЕС.

Затверджений документ реєструється в установленому порядку, і оригінал документа залишається для зберігання в ВТС, в фонді виробничої документації ВП ЗАЕС.

Кожен розроблений документ має певний термін дії, після закінчення терміну він переглядається або, при необхідності, анулюється.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 268 |

Управління виробничою документацією в ВП ЗАЕС проводиться відповідно до СТП 01.63.024-2017 [91].

Всі зміни, що вносяться до документів суб'єкта діяльності, розглядаються, реєструються і затверджуються в тому ж порядку, що і сам документ, до якого вносяться зміни, що передбачено СТП 01.63.019.5-2016 [92] і керівництвом по ІСУ [81].

Для підтримки якості і зовнішнього вигляду документа, в установлені терміни виконується його перегляд. Після перегляду, узгодження і затвердження, оригінал документа передається в ВТС, яким проводиться реєстрація, розсилка і зберігання документів. Даний порядок описаний в СТП 01.63.024-2017 [91].

#### **2.10.2.6 Програми забезпечення якості, залучення незалежних аудиторів із забезпечення якості**

Політика в області якості у ВП ЗАЕС здійснюється відповідно до «Заяви про політику державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

Політика в області якості є основою для встановлення та перегляду цілей ІСУ. Політика в області якості аналізується в плановому порядку при проведенні аналізу з боку керівництва результативності ІСУ та відповідності її стратегічним цілям ВП ЗАЕС.

У ВП ЗАЕС впроваджена і підтримується система управління якістю відповідно до вимог НП 306.1.190-2012 [93] і НП 306.1.182-2012 [94].

Управління якістю ВП ЗАЕС здійснюється в рамках інтегрованої системи управління. Інтегрована система управління регламентована і описана в документі 00.ОК.РК.01-19 [81].

ІСУ забезпечує взаємодію організаційної структури, документації, процесів і ресурсів, необхідних для досягнення цілей і завдань ВП ЗАЕС.

Одним із принципів побудови ІСУ є процесний підхід, при якому діяльність ВП ЗАЕС розглядається як сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих організаційних процесів.

У ВП ЗАЕС визначені процеси, необхідні для ІСУ, і їх застосування в рамках організації; визначена послідовність процесів і їх взаємодія; забезпечується наявність ресурсів та інформації, необхідних для функціонування процесів.

Для виконання кожного процесу ІСУ призначені відповідальні посадові особи - керівники процесів, що відповідають за кінцевий результат і мають повноваження, достатні для результативного та ефективного управління закріпленим процесом.

Для кожного процесу встановлені критерії (параметри/показники процесів) необхідні для забезпечення результативності функціонування процесів, здійснюється моніторинг процесів і вживаються необхідні заходи для досягнення запланованих результатів та постійного покращення процесів.

Управління системою якості на ВП ЗАЕС здійснюється відповідно до документа «Настанова з інтегрованої системи управління ВП «Запорізька АЕС»» 00.ОК.РК.01-19 [81]. Інтегрована система управління (далі - ІСУ) ВП ЗАЕС є невід'ємною частиною ІСУ ДП «НАЕК «Енергоатом» і включає в себе систему управління якістю, систему

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 269 |

управління навколишнім середовищем, елементи, пов'язані з забезпеченням безпеки АЕС.

### **2.10.2.7 Відповідність регулюючим вимогам**

У своїй діяльності ВП ЗАЕС керується наступними основними документами:

- законодавчими і підзаконними актами (Законами, указами, постановами Кабінету Міністрів України), що встановлюють вимоги до здійснюваної ВП ЗАЕС діяльності, в тому числі:

- Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»;
- Закон України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії»;
- Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання»;
- Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами»;
- «Кодекс цивільного захисту України»;
- Закон України «Про охорону праці»;
- Закон України «Про цивільну відповідальність за ядерну шкоду та її фінансове забезпечення»;
- «Положение об обособленном подразделении «Запорожская атомная электростанция» государственного предприятия «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом», ПЛ-П.1.10.025-15 [89];
- наказами та розпорядженнями Міністерства енергетики та вугільної промисловості України та ДП «НАЕК «Енергоатом»;
- нормами, правилами і стандартами з ядерної та радіаційної безпеки в сфері використання ядерної енергії відповідно до переліку ПР-Д.0.06.555-18 «Перелік діючих нормативних документів експлуатуючої організації»;
- міжнародними конвенціями, що діють у сфері використання ядерної енергії, рекомендаціями МАГАТЕ та інших міжнародних організацій;
- діючою організаційно-розпорядчою документацією ДП «НАЕК «Енергоатом» та ВП ЗАЕС.

Наказом Держатомрегулювання №190 від 19.12.2011 введено в дію НП 306.1.190-2012 [93], наказом Держатомрегулювання №51 від 02.03.2012 введено в дію НП 306.1.182-2012 [94], якими визначені основні вимоги до системи управління. З метою виконання вимог зазначених нормативних документів розроблений і введений в дію документ 00.ОК.РК.01-19 [81].

Керівництво є постійно діючим, основоположним документом, який інтегрує встановлені в організації вимоги до системи управління (встановлює і/або містить посилання на вже існуючі вимоги).

Аналіз керівництва 00.ОК.РК.01-19 [81] вимогам ДСТУ ISO 9001:2015 [161], ДСТУ ISO 14001:2015 [162], НП 306.1.190-2012 [93], НП 306.1.182-2012 [94], наведено в документі 21.5.59.ОППБ.10 [87].

### **2.10.2.8 Програми постійного удосконалення та самооцінки**

Всі процеси, що здійснюються в ВП ЗАЕС, плануються, виконуються і оцінюються з урахуванням забезпечення культури безпеки, як одного з фундаментальних принципів забезпечення безпеки АЕС.

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 270 |
| <p>Основа культури безпеки складають три рівня прихильності їй:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• рівень експлуатуючої організації;</li> <li>• рівень керівництва АЕС;</li> <li>• індивідуальний рівень.</li> </ul> <p>Кожен із зазначених рівнів характеризується і підтверджується набором певних якостей структурного підрозділу, психологічною атмосферою трудового колективу, ставленням працівників до питань безпеки.</p> <p>Метою діяльності щодо формування та вдосконалення культури безпеки в ВП ЗАЕС є створення атмосфери прихильності персоналу безпеки, його особистої відповідальності та дотримання принципів культури безпеки.</p> <p>Для досягнення встановлених цілей щодо формування та вдосконалення культури безпеки в ВП ЗАЕС розробляється Програма конкретних дій, спрямованих на становлення і розвиток культури безпеки в ВП ЗАЕС. Програма містить організаційно-технічні заходи, спрямовані на становлення і розвиток культури безпеки в ВП ЗАЕС.</p> <p>Цілі діяльності щодо формування та вдосконалення культури захищеності в ВП ЗАЕС полягають в наступному:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• встановлення персональної відповідальності кожного працівника ВП ЗАЕС за забезпечення виконання вимог фізичного захисту;</li> <li>• усвідомлення кожним працівником можливих наслідків при невиконанні вимог фізичного захисту;</li> <li>• усвідомлення важливості фізичного захисту і визнання пріоритету культури захищеності кожним працівником;</li> <li>• виховання у персоналу внутрішньої потреби виконувати свої обов'язки в суворій відповідності до вимог фізичного захисту, реагувати на порушення вимог фізичного захисту іншими працівниками.</li> </ul> <p>Для досягнення поставлених цілей щодо формування вдосконалення культури захищеності в ВП ЗАЕС реалізуються такі заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• встановлення системи мотивації персоналу за виконання завдань і вимог фізичного захисту;</li> <li>• впровадження кращого передового вітчизняного та зарубіжного досвіду;</li> <li>• реагування на порушення окремими працівниками вимог фізичного захисту;</li> <li>• забезпечення дотримання процедур з фізичного захисту та дотримання кодексу корпоративної етики.</li> </ul> <p>Організація і проведення внутрішніх перевірок якості в підрозділах ВП ЗАЕС здійснювалися відповідно до вимог документів ВП ЗАЕС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Настанова з інтегрованої системи управління ВП «Запорізька АЕС» 00.ОК.РК.01-19 [81];</li> <li>• «Програма якості. Внутрішні аудити у ВП ЗАЕС» 00.ОК.ПК.02-18 [95];</li> <li>• «Положення про організацію та проведення партнерських аудитів в підрозділах ВП ЗАЕС» 00.ОК.ПЛ.05-19 [96];</li> <li>• «Методика організації та проведення внутрішніх перевірок у підрозділах ВП ЗАЕС» 00.ОК.МТ.05-18 [97];</li> <li>• «Інструкція о порядке проведения независимой оценки системы организации технического контроля в подразделениях ОП ЗАЭС» 00.ТК.00.ИН.02-15 [98].</li> </ul> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 271 |

Внутрішні аудити в ВП ЗАЕС організовуються службою якості на постійній основі. Порядок організації внутрішніх аудитів та перевірок закріплений в 00.ОК.ПК.02-18 [95]. У ВП ЗАЕС прийнятий трирічний цикл планування внутрішніх аудитів.

У ВП ЗАЕС проводяться планові аудити процесів інтегрованої системи управління відповідно до вимог ДСТУ ISO 9001:2015, партнерські аудити, внутрішні перевірки, що проводяться підрозділами і позапланові аудити, що проводяться в процесі розслідувань порушень (відхилень) в роботі АЕС.

### **2.10.2.9 Порядок прийняття рішень щодо внесення змін до організаційної структури**

Зміна організаційної структури ВП ЗАЕС здійснюється згідно вимог наступних документів:

- НП 306.1.190-2012 [93];
- СТП 0.06.087-2010 [99].

Згідно з цими документами у ВП ЗАЕС діє «Положення про управління організаційними змінами» 00.ОК.ПЛ.04-16 [100].

Відповідно до вимог 00.ОК.ПЛ.04-16 [100] управління організаційними змінами ґрунтується на наступних принципах:

- запобігання організаційних змін, що суперечать стратегії розвитку ДП «НАЕК «Енергоатом» (шляхом узгодження змін з дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом»);
- збереження цілісності організаційної структури і функцій ВП ЗАЕС в процесі змін (шляхом детального опрацювання зміни і його узгодження з СЯ);
- збереження досягнутого рівня безпеки АЕС в процесі організаційної зміни (шляхом аналізу ризиків, пов'язаних з безпекою, і застосування відповідних попереджувальних заходів);
- забезпечення дотримання законодавчих актів, правил і норм, що діють в атомній енергетиці України при організаційних змінах (шляхом аналізу ризиків, пов'язаних з дотриманням законодавчих актів, правил і норм, що діють в атомній енергетиці України, і застосування відповідних попереджувальних заходів);
- накопичення досвіду організаційних змін і відбір найбільш ефективних і універсальних заходів по впровадженню організаційних змін (шляхом обліку організаційних змін і типізації заходів щодо впровадження організаційних змін).

### **2.10.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-10 «Організація експлуатації енергоблока і управління виробничими процесами»**

За результатами аналізу фактора безпеки можна зробити наступні висновки:

- політика ВП ЗАЕС спрямована на всебічне підвищення експлуатаційного рівня безпеки та безпеки АЕС в цілому;
- у ВП «Запорізька АЕС» ведеться постійна робота з населенням з метою роз'яснення політики адміністрації в області безпеки ВП ЗАЕС, реалізації конкретних кроків в розвитку культури безпеки;
- на території ВП ЗАЕС і в м.Енергодар розміщується наочна агітація, що підтверджує реальні кроки колективу ВП ЗАЕС у виконанні принципів культури безпеки. Проводяться наради, на яких розглядаються питання безпеки, що забезпечують своєчасність вжиття заходів щодо забезпечення безпечної роботи станції;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 272 |

- для практичної реалізації політики в галузі культури безпеки, відповідно до вимог «Программы конкретных действий, направленных на становление и развитие культуры безопасности в ОП ЗАЭС» діє Комітет з культури безпеки в ВП ЗАЕС. Щорічно здійснюються перевірки стану культури безпеки відповідно до вимог документації ДП «НАЕК «Енергоатом». Виконується постійний моніторинг впровадження заходів;

- в посадових інструкціях деталізовано розподіл функцій в частині управління діяльністю з розвитку культури безпеки, відповідно до встановленого переліку основних завдань і відповідальності за їх виконання;

- регулярно проводяться перевірки підрозділів ВП ЗАЕС в рамках «Днів безпеки», що сприяє підвищенню рівня ядерної, радіаційної, технічної, пожежної безпеки та екології;

- посилено контроль з боку керівництва ВП ЗАЕС за дотриманням персоналом вимог нормативних і виробничих документів щодо безпечної експлуатації енергоблоків, що є підтвердженням ВП ЗАЕС прихильності безпеки і її пріоритету при здійсненні своєї діяльності, заснованої на дотриманні принципів культури безпеки;

- використовувані стандарти в ВП ЗАЕС дозволяють виконувати аналіз впливу на безпеку модифікацій обладнання, систем, процесів управління та організаційних змін, виконувати розробку заходів, спрямованих на недопущення зниження досягнутого рівня безпеки в період їх реалізації;

- існуюча система розподілу обов'язків забезпечує повний контроль в управлінні виробництвом і здійсненні якісного управління культурою безпеки, що характеризується реалізацією конкретних кроків з розвитку культури безпеки в ВП ЗАЕС;

- розроблені і впроваджені положення про підрозділи, посадові та робочі інструкції які чітко визначають права і обов'язки кожного працівника і підрозділів в цілому;

- у ВП «Запорізька АЕС» функціонує система якості, що забезпечує безперервну оцінку діяльності з метою постійного вдосконалення на всіх рівнях управління. Організація і проведення внутрішніх перевірок якості в підрозділах ВП ЗАЕС здійснюється відповідно до вимог стандартів ДП «НАЕК «Енергоатом» і документів ВП ЗАЕС;

- ВП ЗАЕС розроблений і введений в дію документ 00.ОК.РК.01-19 «Настанова з інтегрованої системи управління ВП «Запорізька АЕС» [81], який є постійно діючим, основоположним документом, який інтегрує встановлені в організації вимоги до системи управління (встановлює і/або містить посилання на вже існуючі вимоги);

- інтегрована система управління ВП ЗАЕС встановлена, документована, впроваджена і підтримується в робочому стані відповідно до вимог нормативної документації.

У ВП ЗАЕС постійно і планомірно ведеться робота з покращення процесів і оптимізації організаційної структури, системи якості, підвищення культури безпеки, а також те, що з даного фактору безпеки немає невідповідностей вимогам безпеки, підтверджується можливість безпечної експлуатації енергоблока.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про те, що ФБ-10 відповідає вимогам чинних НД з безпеки, при цьому стан фактора покращується у зв'язку з реалізацією додаткових заходів щодо підвищення безпеки, з урахуванням виконання



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 273 |

вимог нововведених нормативних документів, які спрямовані на уточнення вимог з безпеки, і енергоблок №5 може безпечно експлуатуватися в понадпроектний термін до наступної переоцінки.

## **2.11 Фактор безпеки №11 «Експлуатаційна документація»**

Основною метою даного фактору є підтвердження відповідності експлуатаційної документації вимогам ядерної безпеки, аналізам безпеки, поточному стану енергоблока, а також того, що документація ясно і чітко визначає всі експлуатаційні режими установки.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ «Фактор безпеки №11. Эксплуатационная документация энергоблока №5. 21.5.59.ОППБ.11» [101].

### **2.11.1 Підходи та обсяг аналізу по фактору «Експлуатаційна документація»**

Діюча у ВП ЗАЕС експлуатаційна документація, розроблена відповідно до вимог стандартів СТП 01.63.005-2016 «Система стандартизации и качества ОП ЗАЭС. Управление документацией. Требования к рассмотрению, согласованию и утверждению документов ОП ЗАЭС» та СТП 01.63.019.3-2010 «Управление документацией. Эксплуатационные документы. Требования к разработке инструкции по эксплуатации, руководства по эксплуатации, программы выполнения работ и карты уставок».

Наведені стандарти встановлюють загальні вимоги до змісту, оформлення, порядку розгляду, узгодження, затвердження та зберігання документів, що розробляються у ВП ЗАЕС. У зв'язку з тим, що ці вимоги є обов'язковими для підрозділів ВП ЗАЕС та підрядних організацій, які розробляють документацію для ВП ЗАЕС, вся документація енергоблоків ВП ЗАЕС має єдиний формат, структуру. Таким чином, в цьому звіті належним чином враховані специфічні особливості експлуатаційної документації енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

У ФБ-11 [101] розглянуті всі види експлуатаційної документації:

- інструкції з нормальної експлуатації та ліквідації аварій;
- інструкції з управління запроектованими аваріями;
- ремонтна документація, програми випробувань систем та обладнання, програми експлуатаційного контролю ємностей та трубопроводів;
  - документація з видачі нарядів, у тому числі допуску персоналу до ядерно-небезпечних робіт;
  - документи, за якими встановлюється порядок внесення змін до проекту енергоблока АЕС і здійснюється контроль за цим процесом;
  - інструкції з радіаційного захисту.

У звіті [101] відображені:

- порядок затвердження та введення в дію всього обсягу документації, важливої для безпеки;
- система перегляду та внесення змін до документації;
- зрозумілість та сприйняття експлуатаційної документації керівниками та персоналом;
- обов'язковість виконання інструкцій;
- відповідність інструкцій позитивного досвіду;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 274 |

- облік в інструкціях людського фактору;
- відповідність експлуатаційної документації аналізам безпеки, проекту енергоблока та досвіду експлуатації;
- застосування в аварійних інструкціях симптоматичного підходу, спрямованого на забезпечення критичних функцій безпеки.

Для забезпечення відповідності експлуатаційної документації (регламенту, інструкцій з експлуатації, програм перевірок та випробувань, ремонтної документації) вимогам ядерної безпеки, наявності зрозумілих та чітких процедур в ДП «НАЕК» Енергоатом» та ВП ЗАЕС діють документи, що встановлюють порядок та вимоги розробки, підтримки актуальності, зберігання експлуатаційної документації. Перелік документації ДП «НАЕК» Енергоатом» та ВП ЗАЕС, який встановлює вимоги до експлуатаційної та ремонтної документації наведено у Додатку А до ФБ-11 [101].

Визначено підрозділи, які встановлюють порядок та вимоги до централізованого обліку, контролю, зберігання документації, а також призначений персонал, відповідальний за облік, контроль, зберігання документації в підрозділах.

За час експлуатації енергоблока експлуатаційні процедури постійно вдосконалювалися з урахуванням накопиченого досвіду, включаючи усунення виявлених, за результатами розслідувань порушень в роботі обладнання, недоліків.

## **2.11.2 Результати оцінки**

### **2.11.2.1 Загальні положення**

Для забезпечення відповідності експлуатаційної документації (регламенту, інструкцій по експлуатації, програм перевірок і випробувань, ремонтної документації) вимогам ядерної безпеки, наявності ясних і чітких процедур в ДП «НАЕК» Енергоатом» та ВП ЗАЕС діють документи, що встановлюють порядок і вимоги розробки, підтримки актуальності, зберігання експлуатаційної документації.

У рамках спільного проекту Європейської Комісії, Міжнародного Агентства атомної енергії (МАГАТЕ) та України з оцінки безпеки українських АЕС, команда міжнародних експертів по Перевірці Експлуатаційної Безпеки (OSART) відвідала енергоблоки 1-6 ВП ЗАЕС з шостого по двадцять друге вересня 2004 р. Для реалізації рекомендацій МАГАТЕ розроблено «Перечень мероприятий по техническому отчету миссии OSART на ЗАЭС в 2004г.». За результатами перевірки МАГАТЕ по програмі OSART на Запорізькій АЕС з 6 по 22 вересня 2004 р. було випущено «Технический отчет миссии OSART на ЗАЭС», переданий МАГАТЕ керівництву ВП ЗАЕС. На підставі даного технічного звіту Дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом» та ВП ЗАЕС розроблені та виконані заходи, які дозволили станції досягти більш високих показників експлуатації.

За результатами Партнерської перевірки ВАО АЕС МЦ 2007 року були розроблені та виконані заходи в частині поліпшення експлуатаційної документації. Перелік заходів наведено в ФБ-11 [101].

На запрошення керівництва атомної станції команда експертів ВАО АЕС, що складалася з професійних працівників атомних станцій, в період з 28 вересня по 02 жовтня 2009 року провела повторну партнерську перевірку (follow-up) на Запорізькій АЕС.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 275 |

У 2009р. на ВП ЗАЕС була проведена місія спільного проєкту ЄК МАГАТЕ УКРАЇНИ з оцінки проєктної безпеки.

За результатами оцінки було зроблено висновок про те, що проєкт ВП ЗАЕС 1-6 повністю відповідає більшій частині вимог NS-R-1 МАГАТЕ.

За результатами проведення місії спільного проєкту ЄК МАГАТЕ УКРАЇНИ в 2009 р. були визначені проблемні питання з категоризацією їх важливості в частині поліпшення експлуатаційної документації, які наведені в [101, Табл.2.5].

У період з 04.10.2012 по 20.10.2012 на ВП ЗАЕС знову пройшла партнерська перевірка ВАО АЕС МЦ. За результатами перевірки по темі «Експлуатаційна документація» була визначена область для поліпшення в частині документації, що зберігається на робочих місцях.

Області для поліпшення, сформульовані в ході експлуатаційної партнерської перевірки 2012 року, базувалися не на дотриманні мінімальних вимог стандартів та правил, а на прикладах позитивної світової практики, та не були ознаками незадовільного виконання робіт на станції, що перевіряється. За результатами перевірки ВАО АЕС були виявлені зауваження та розроблено рекомендації щодо їх усунення.

На запрошення керівництва Запорізької АЕС в період з 29 вересня по 03 жовтня 2014 року команда експертів ВАО АЕС провела повторну партнерську перевірку (follow-up) на Запорізькій атомній електростанції.

Мета повторної партнерської перевірки полягала в оцінці поточного стану областей для поліпшень та ефективності коригувальних заходів, розроблених Запорізькою АЕС за підсумками партнерської перевірки, що відбулася в жовтні 2012 року, а також в оцінці зусиль, спрямованих на підвищення безпеки та якості експлуатації АЕС.

Протягом повторної партнерської перевірки (Follow-Up) ВАО АЕС у 2014 році проводився аналіз станційної документації, були проведені інтерв'ю з персоналом АЕС. Щодня всебічно обговорювалися виявлені факти зі станційними керівниками різних рівнів та на нарадах команди.

Перевірка була сконцентрована на оцінці виконання та ефективності коригувальних заходів, розроблених Запорізькою АЕС за підсумками повномаштабної партнерської перевірки, що відбулася в період з 5 по 19 жовтня 2012 року. Усі коригувальні заходи на момент проведення перевірки були виконані.

Командою експертів ВАО АЕС відзначено, що Запорізькою АЕС проведена велика робота по вирішенню проблем виробничої діяльності, та є впевненість, що мета буде досягнута; проте керівництву АЕС необхідно продовжувати координувати та контролювати зусилля спрямовані на поліпшення виробничої діяльності.

У 2016 році на ВП ЗАЕС проводилася повномаштабна партнерська перевірка ВАО АЕС, після чого в 2018 році пройшла повторна партнерська перевірка (Follow-Up) ВАО АЕС. У ході даних перевірок підтверджено усунення зауважень до станційної документації.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 276 |

## **2.11.2.2 Система експлуатаційної та ремонтної документації**

### **2.11.2.2.1 Відповідність експлуатаційної документації вимогам НД**

Експлуатаційна та ремонтна документація ВП ЗАЕС та документація, що встановлює вимоги до неї (Додаток А до ФБ-11 [101]), розроблена відповідно до вимог національних стандартів та норм з безпеки (нормативних документів). ДП «НАЕК «Енергоатом» випущений та постійно підтримується в актуальному стані «Перелік действующих нормативных документов эксплуатирующей организации» (Перелік НД ЕО). Документи, включені у цей перелік, обов'язкові для виконання ВП ЗАЕС.

Відповідно до вимог НП 306.2.141-2008 [3] на ВП ЗАЕС випущений та діє «Перелік нормативных документов ОП ЗАЭС» 00.ТС.ПР.03-18, який формується та актуалізується на підставі Переліку НД ЕО.

Для забезпечення підтримки експлуатаційної документації вимогам нормативних документів у ВП ЗАЕС документом «Система стандартизации и качества ОП ЗАЭС. Управление документацией. Порядок поступления, ведения и применения нормативных документов» СТП 01.63.053-2016 [102] встановлені правила роботи з нормативними документами, порядок та вимоги до їх впровадження, обліку, збереженню, а також створення фонду нормативних документів.

Вимоги введених у дію у ДП «НАЕК «Енергоатом» нормативних документів в обов'язковому порядку приймаються до виконання та керівництва у роботі ВП ЗАЕС організаційно-розпорядчим документом.

### **2.11.2.2.2 Система експлуатаційної документації**

Для забезпечення безпечної експлуатації систем та обладнання енергоблока всі роботи персоналом виконуються відповідно до технологічного регламенту та експлуатаційними інструкціями.

Роботи з технічного обслуговування, планових ремонтів, випробувань, перевірок та підтримки працездатності систем та елементів, важливих для безпеки виконуються за програмами, інструкціями та ремонтною документацією.

Перелік загальностанційних документів підтримує в актуальному стані група виробничо-технічної документації ВТС у програмі САДД «Дело». Документи зберігають в спеціально відведених для цього приміщеннях, на стелажах чи в шафах. Розробка та внесення змін в експлуатаційну документацію здійснюються в установленому ДП «НАЕК «Енергоатом» порядку. На ВП ЗАЕС організовано збирання та зберігання даних про режими роботи устаткування необхідних для оцінки величини залишкового ресурсу, зберігання результатів випробувань, включаючи пусконаладжувальний період. Проект енергоблока, виконавча документація на будівництво енергоблока, акти випробувань та перевірок СВБ, документація по їх ТО та ремонту, зберігаються на ВП ЗАЕС протягом усього терміну її служби.

Експлуатаційна документація є частиною виробничої документації ВП ЗАЕС (п. 2.4.1.2 ФБ-11 [101]).

### **2.11.2.2.3 Система ремонтної документації**

Для забезпечення безпечного виконання робіт при проведенні технічного обслуговування, планово-попереджувальних ремонтів, контролю стану основного

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 277 |

металу та зварних з'єднань конструкцій, елементів систем та устаткування, в тому числі важливих для безпеки на ВП ЗАЕС визначено обсяг та склад ремонтної документації, а також забезпечується її наявність. Функції із супроводження ремонтної документації закріплені за ЕРП.

Оригінали документів на ремонт обладнання АЕС, створених у рамках централізованої розробки, а також копії ремонтних документів, розроблених ВП ЗАЕС, обліковуються та зберігаються у галузевому технічному архіві документації для ремонту.

Оригінали документів, що розробляються ВП ЗАЕС, контрольні копії, отримані з галузевого технічного архіву, обліковуються та зберігаються у архіві ремонтної документації ВП ЗАЕС. Облік, зберігання, видача копій ремонтних документів на робочі місця здійснюється відповідно до вимог документу «Система технического обслуживания и ремонта оборудования атомных электростанций. Порядок учета, хранения и обеспечения обособленных подразделений Компании документацией системы технического обслуживания и ремонта» СТП 0.05.067-2006 [103]. Визначено підрозділи (ЕРП) та призначені відповідальні працівники з обліку, зберігання та внесенню змін до документації для ремонту (п. 2.4.1.3 ФБ-11 [101]).

Нормативні документи, що встановлюють вимоги до ремонтної документації включені у «Перечень нормативных документов ОП ЗАЭС» 00.ТС.ПР.03-18.

#### **2.11.2.2.4 Документація з радіаційної безпеки та радіаційного захисту**

Радіаційний захист персоналу та населення при експлуатації ЗАЕС здійснюється відповідно до вимог, встановлених наглядовими органами та законодавством України:

- Закон «Об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности № 40/95 ВР от 21.03.1995 [1];
- Закон «О защите человека от воздействия ионизирующего излучения» №15/98 от 14.01.1998 [104];
- Закон Украины «Об обращении с радиоактивными отходами» N 255/95-ВР от 30.06.1995 [105];
- Общие положения обеспечения безопасности атомных станций НП 306.2.141-2008 [3];
- Нормы радиационной безопасности Украины НРБУ-97 ГГН 6.6.1-6.5.001-98 [13];
- Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. ДСП 6.177-2005-09-02 [106];
- Правила ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіоактивних матеріалів ПБПРМ-2006 [107];
- Санитарные правила Проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-88 (с учетом «Переліка основних положень СП АС-88 і ПРБ АС-89, які не відповідають вимогам чинних в Україні документів у галузі радіаційної безпеки, та умови їх виконання ДП НАЕК «Енергоатом» на період до перегляду зазначених документів або розробки їх нових редакцій») [12];
- Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций ПРБ АС-89 (с учетом «Переліка основних положень СП АС-88 і ПРБ АС-89, які не відповідають вимогам чинних в Україні документів у галузі радіаційної безпеки, та

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 278 |

умови їх виконання ДП НАЕК «Енергоатом» на період до перегляду зазначених документів або розробки їх нових редакцій»)[108];

- Санитарные правила для промышленных и городских спецрабочих по дезактивации спецодежды и других СИЗ. №5163-89;
- Санитарные правила по радиоизотопной дефектоскопии №1171-74;
- Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила ГКД 34.20.507-2003 [109];
- Регламент радиационного контроля при эксплуатации объектов ОП ЗАЭС»00.РБ.XQ.Pг.01-15 [110].

На підставі вимог вищенаведених документів у ВП ЗАЕС розроблена «Инструкция по радиационной безопасности Запорожской АЭС» 00.ВН.00.ИН.10-16 [111], яка регламентує та регулює основні організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні вимоги щодо забезпечення радіаційної безпеки та радіаційного захисту персоналу, населення та навколишнього середовища при експлуатації ВП ЗАЕС у нормальних умовах та при виникненні аварійних ситуацій (п. 2.4.1.4 [101]).

#### **2.11.2.2.5 Експлуатаційна документація ССВЯП**

Усі прийняті для розробки проектні критерії відповідають НД, чинним у Україні, та конкретним умовам промайданчика ВП ЗАЕС.

На ВП ЗАЕС розроблені інструкції з експлуатації систем та обладнання ССВЯП та затверджені в установленому на ВП ЗАЕС порядку.

Розробка та внесення змін в експлуатаційну документацію здійснюється у встановленому порядку.

Проектна документація ССВЯП, виконавча документація на будівництво ССВЯП, акти випробувань та виконавча документація на технічне обслуговування та ремонт систем ССВЯП зберігаються на ВП ЗАЕС протягом усього терміну його експлуатації (п. 2.4.1.5 ФБ-11 [101]).

#### **2.11.2.3 Порядок затвердження та введення в дію всього обсягу документації, важливої для безпеки**

Оскільки комплекти експлуатаційної документації розроблені на момент введення в дію енергоблока №5 та поліпшені протягом тривалого часу експлуатації, планова потреба в нових експлуатаційних процедурах відсутня.

Повним комплектом ремонтних документів забезпечені в повному обсязі елементи обладнання, що працює у складі систем, важливих для безпеки. Для розробки відсутньої ремонтної документації для СВБ Дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом» випущено «График разработки недостающей ремонтной документации на оборудование СВБ». Відповідальність та контроль виконання графіка покладено на Дирекцію ДП «НАЕК «Енергоатом».

У 2014 році ДП «НАЕК «Енергоатом» укладено договір на розробку та перегляд комплектів документів на ремонт обладнання АЕС України.

В результаті роботи за цим договором розроблена майже вся необхідна ремонтна документація. За час виконання етапів договору виникла необхідність доповнення переліку декількома позиціями. Також, деякі етапи договору щодо перегляду документації не були виконані розробником. В результаті ДП «НАЕК «Енергоатом»

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 279 |

ініціює роботу з укладання нового договору на розробку та перегляд комплектів документів на ремонт обладнання по етапах, які не були виконані. Перелік відсутньої документації, буде включено до технічного завдання на надання послуги з Розробки та перегляду комплектів ремонтної документації.

Питання про розробку відсутньої ремонтної документації для систем, важливих для безпеки, віднесений до проблемних та вирішується на галузевому рівні.

У ВП ЗАЕС організована та забезпечена перевірка правильності узгодження та порядку затвердження документів [112]. Узгодження документів забезпечує правильне та всебічне вирішення питань про якість документа, його доцільності, технічної обґрунтованості змісту, відповідності чинному законодавству, нормативно-правовим актам, можливості реалізації вимог документа у виробничій діяльності. Схему узгодження документа готує розробник у вигляді, визначеному в [112]. Залежно від виду документа встановлено рівень його затвердження.

Експлуатаційні документи вводять в дію організаційно-розпорядчим документом (наказом). При розробці наказу визначаються невідповідності, що виникають внаслідок нових вимог, та встановлюються заходи щодо усунення цих невідповідностей.

Основним документом, що визначає безпечну експлуатацію енергоблока №5 є «Технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока №5» 05.ГТ.00.РГ.01-19, який розроблений на підставі проєкту, технічної документації на обладнання, результатів ЗАБ (ТОБ) енергоблока №5 з урахуванням досвіду експлуатації енергоблоків АЕС України та типового технологічного регламенту безпечної експлуатації енергоблоків АЕС з реакторами ВВЕР-1000, РГ-Б.0.03.179-13.

ТРБЕ затверджено першим віце-президентом-технічним директором ДП «НАЕК «Енергоатом» та введено в дію Вказівкою по ВП ЗАЕС.

ІЛА затверджено першим віце-президентом - технічним директором ДП «НАЕК« Енергоатом». Після отримання дозволу від Держатомрегулювання ІЛА введено в дію Вказівкою ВП ЗАЕС.

КУВА затверджено першим віце-президентом - технічним директором ДП «НАЕК« Енергоатом ». Після отримання дозволу від Держатомрегулювання КУВА введено в дію Вказівкою ВП ЗАЕС.

#### **2.11.2.4 Система перегляду та внесення змін**

Перегляд чинних експлуатаційних документів планують підрозділи, які розробили початковий документ (п. 2.4.3 ФБ-11 [101]). Для забезпечення виконання вимог нормативних документів по регулярному перегляду експлуатаційної документації розробляються щорічні графіки перегляду та виконується контроль дотримання графіка. Контроль над своєчасним черговим переглядом здійснює ВТС.

Причинами внесення змін є зміни нормативних вимог, реконструкція та модернізація, аналіз порушень, досвід експлуатації. Зміна затверджених документів здійснюється шляхом оформлення сповіщень про зміну. Всі сповіщення про зміни в документацію готуються розробниками документів та проходять погодження та затвердження.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 280 |

У ВП ЗАЕС встановлено порядок та визначені вимоги [92] до оформлення та випуску сповіщень в експлуатаційну документацію.

Порядок перегляду та внесення змін до ТРБЕ енергоблоків ВП ЗАЕС здійснюється відповідно до встановлених вимог СТП 01.63.019.5-2010, [92], а до КУВА, ІЛА – у відповідності до РК-Д.0.03.151-12 «Руководство по ведению аварийных инструкций».

Розробляє сповіщення про зміну документа підрозділ-розробник змінюваного документа. Сповіщення може підготувати й інший підрозділ, обов'язково погодивши його з підрозділом-розробником документа. Будь-яка зміна в документі, що викликає якісь зміни в інших документах, має одночасно супроводжуватися внесенням відповідних змін в усі взаємопов'язані документи. Кожне сповіщення про зміну підлягає реєстрації, після чого розсилається всім підрозділам, включеним до списку розсилки документа. Оригінали сповіщень про зміну зберігаються у фонді виробничої документації ВП ЗАЕС.

Відповідальність за внесення змін до контрольних копій та робочі екземпляри документів покладається на техніків з документації або посадову особу, якій доручена ця робота (із записом цього обов'язку до посадової інструкції).

#### **2.11.2.5 Зрозумілість та сприйняття експлуатаційної документації керівниками та персоналом**

Діюча у ВП ЗАЕС експлуатаційна документація розроблена відповідно до вимог стандарту [112]. Цей стандарт встановлює загальні вимоги до порядку розгляду, узгодження та затвердження документів, що розробляються у ВП ЗАЕС. У зв'язку з тим, що вимоги даного стандарту є обов'язковими для підрозділів ВП ЗАЕС та підрядних організацій, які розробляють документацію для ВП ЗАЕС, вся документація має єдиний формат, структуру, що полегшує сприйняття експлуатаційної документації керівниками та персоналом.

В існуючій системі оцінки поточного рівня експлуатаційної безпеки енергоблоків ВП ЗАЕС вплив розуміння і сприйняття експлуатаційної документації на досягнутий рівень безпеки може бути оцінений в рамках поточного значення показника якості процедур, а саме кількості порушень в роботі енергоблока №5 ВП ЗАЕС через нерозуміння вказівок в документації або її несприйняття внаслідок низької якості наведеної інформації, наявності неоднозначностей розуміння тих чи інших дій.

За час експлуатації енергоблока експлуатаційні процедури постійно вдосконалювалися на основі накопиченого досвіду, включаючи усунення виявлених за результатами розслідувань порушень в роботі обладнання недоліків.

За період з 01.01.2008 по 31.12.2017 було зафіксовано чотири порушення в роботі енергоблока №5 ВП ЗАЕС, пов'язаних з недоліками експлуатаційної документації.

До числа цих порушень увійшли порушення, корінними причинами яких були недоліки процедур або документації, а також порушення, в результаті розслідування яких були визначені коригувальні заходи по внесенню певних змін та коригувань в експлуатаційну документацію. На даний час усі коригувальні заходи, які відносилися до внесення змін чи розробки експлуатаційної документації виконані.



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 281 |

Слід зазначити, що порушень через несприйняття або нерозуміння документації не було, що позитивно характеризує діяльність ВП ЗАЕС в частині розробки, оформлення і змісту експлуатаційної документації.

#### **2.11.2.6      Обов'язковість виконання інструкцій**

Посадові особи та персонал, що організують, забезпечують та виконують роботи на устаткуванні та системах, несуть відповідальність за якість виконання даних робіт. Основним документом, який визначає обов'язки кожного працівника, а також відповідальність за невиконання вимог експлуатаційних процедур, є посадова інструкція.

Посадовими інструкціями визначені функції, обов'язки та права кожного працівника, раціональний розподіл функцій між працівниками підрозділу, відповідальність за безаварійну, економічну і безпечну роботу устаткування.

Чинними в ВП ЗАЕС інструкціями з охорони праці при виконанні працівниками робіт певного виду або за певною професією та посадовими інструкціями встановлені заходи та види відповідальності за дотримання вимог охорони праці, в тому числі при виконанні робіт за нарядами та розпорядженнями.

Порушення працівником цих вимог розглядається, як порушення трудової дисципліни, за яке до нього може бути застосовано стягнення згідно з чинним законодавством.

Нагляд за дотриманням вимог безпеки та умов виконання робіт, зазначених у наряді або розпорядженні покладається на керівника робіт (наглядача), який повинен так організувати свою роботу, щоб здійснювати контроль, перебуваючи, за можливості, на тій ділянці робочого місця, де виконується найбільш небезпечна робота.

Інструкції з радіаційної безпеки відносяться до документів, що мають найвищий пріоритет щодо забезпечення дотримання правил та норм радіаційної безпеки. Всі документи нижчого рангу, пов'язані з практичною діяльністю у ВП ЗАЕС, приведені у відповідність до вимог інструкції з радіаційної безпеки [111].

Вимоги інструкції з радіаційної безпеки [111] є обов'язковими до виконання всіма працівниками ВП ЗАЕС, а також особам, що відряджені та працівниками підрядних організацій при проведенні ними експлуатаційних, ремонтних, будівельних, монтажних та налагоджувальних робіт у зоні суворого режиму діючих енергоблоків ВП ЗАЕС, а також при роботах з джерелами іонізуючих випромінювань у межах ВП ЗАЕС.

#### **2.11.2.7      Відповідність інструкцій позитивного досвіду**

Розроблена на ВП ЗАЕС документація враховує позитивний досвід як вітчизняних, так й зарубіжних АЕС.

Опис процедури застосування позитивного досвіду при розробці / перегляді документації на ВП ЗАЕС приведено у Положенні про систему використання досвіду експлуатації на ВП ЗАЕС [82]. Основним завданням Положення є підвищення ефективності системи використання інформації з досвіду експлуатації, ремонту й технічного обслуговування, підвищення надійності та безпеки АЕС на підставі обліку,

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 282 |

аналізу і висновків з подій, що відбулися на ВП ЗАЕС, ВП АЕС ДП «НАЕК «Енергоатом» та інших АЕС світу.

Положення визначає основні джерела інформації з досвіду експлуатації (ДЕ), схеми формування інформаційних процесів з обміну ДЕ, основні суб'єкти цих процесів, а також критерії відбору та застосування інформації про ДЕ, процедуру розробки та контролю виконання коригувальних і попереджуючих заходів з досвіду експлуатації, спрямованих на підвищення безпеки, надійності та економічності експлуатації ВП ЗАЕС.

У Положенні враховані вимоги і рекомендації ВАО АЕС і МАГАТЕ щодо обміну інформацією про експлуатаційні події та організації зворотного зв'язку за досвідом експлуатації АЕС.

Позитивна практика експлуатації заснована на успішному застосуванні нового обладнання, технології, модернізації систем і установок, нових підходів у системі технічного обслуговування та ремонту, роботи з персоналом, та дозволяє підвищити безпеку і надійність елемента, системи, АЕС в цілому.

Ефективне використання досвіду експлуатації включає аналіз як власного (внутрішнього, внутрішньостанційного), так і галузевого (зовнішнього) досвіду для виявлення слабких місць і розробки на основі ДЕ відповідних, специфічних для ВП ЗАЕС, коригувальних та запобіжних заходів, які зведуть до мінімуму імовірність виникнення аналогічних подій.

Ключовим елементом, який забезпечує ефективне використання інформаційних процесів, є інформаційна система по експлуатаційним подіям в роботі АЕС в системі зворотного зв'язку з досвіду експлуатації (IC CAESAR). Інформаційна система з важливих подій на АЕС є єдиною для всіх ВП АЕС Компанії. Також, з використанням Інтернет-ресурсів розроблена інтернет-версія інформаційної системи - IC CAESAR-i. Коло користувачів цієї системи визначається керівництвом ВП АЕС та ДП «НАЕК «Енергоатом».

#### **2.11.2.8 Врахування в інструкціях людського фактора**

Діюча експлуатаційна документація розроблена відповідно до вимог стандарту СТП 01.63.019.3-2010 [215]. Стандарт встановлює вимоги до побудови, викладення та оформлення текстових документів. Відповідно до вимог стандарту текст документа повинен бути стислим, точним, логічно послідовним, не допускає різних тлумачень.

Відповідно до вимог документа СТП 01.63.019.3-2010 [215] в інструкції по експлуатації повинні містити конкретні вказівки персоналу щодо способів ведення робіт при нормальній експлуатації, порушеннях нормальної експлуатації і аварійних ситуаціях. Опис робіт, вироблених на устаткуванні, призводять до технологічної послідовності їх виконання. При описі виконання перемикачів, робіт і операцій, виконаних на устаткуванні, а також вказівок по розбиранню, складанню, налаштуванню, регулюванню, перевірці обладнання смислове дієслово наказового способу в реченні повинно стояти на першому місці, наприклад: «Знімійть», «Увімкніть», «змастіть» і т.д. При необхідності, в додатках до інструкції по експлуатації вказують довідкові та інші додаткові матеріали і відомості.

Відповідальність за розробку інструкції з експлуатації в цілому, відповідність допустимих параметрів роботи обладнання, зазначених в інструкціях по експлуатації,

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 283 |

вимогам заводських інструкцій, технологічних регламентів, проектної та нормативної документації, технічних рішень за результатами досвіду експлуатації та проведених випробувань несе начальник підрозділу-розробника.

При написанні процедур протиаварійних інструкцій забезпечується оптимальний рівень деталізації в залежності від важливості або складності завдання, а також враховується кваліфікація персоналу. Для підвищення швидкості читання і забезпечення ефективної роботи по процедурам протиаварійних інструкцій приймається виклад простої, свідомо відомої оператору інформації та опису дрібних деталей.

Ремонтна документація, яка використовується в ВП ЗАЕС для проведення технічного обслуговування і ремонту устаткування, систем і елементів, розробляється відповідно до вимог СОУ НАЕК 030:2017 [216].

Технологічна документація на роботи з ТОіР, яка необхідна для забезпечення якості виконання робіт, при наявності типової (групової) документації на ТОіР, що входять до системи виробів, комплектується з її складу відповідно до відомості робіт, запланованих до виконання. При відсутності відповідної типової документації розробляються робочі технологічні документи по СОУ НАЕК 030:2017 [216] або застосовуються інші технічні документи, що регламентують технологію ремонту обладнання.

Всі роботи на обладнанні, в тому числі в умовах фактичної або можливої радіаційної небезпеки проводяться згідно з нарядами-допусками або розпорядженнями. Оформлення, підписання, видача нарядів або розпоряджень для безпечного виконання робіт на тепломеханічному обладнанні проводиться відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.69-13 [217]. Оформлення, підписання, видача нарядів або розпоряджень для безпечного виконання робіт в електроустановках проводиться відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.01-97 [218].

Будь-які випробування, перевірки, зміни режимів експлуатації на РУ, не передбачені ТРБЕ, інструкціями з експлуатації РУ, систем і обладнання РУ, повинні проводитися за програмами, що містить обґрунтування ядерної безпеки і заходи щодо забезпечення безпеки при проведенні цих операцій. Програми повинні бути узгоджені ДІЯРУ на ВП ЗАЕС і затверджені ЕО. Дозвіл на виконання таких робіт оформляється окремим письмовим дозволом, виданим ДІЯРУ, відповідно до НП 306.2.090-2004 [219].

У ВП ЗАЕС розроблена інструкція 00.ВН.00.ІН.10-16 [111], яка регламентує і регулює основні організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні вимоги радіаційного захисту персоналу при експлуатації ВП ЗАЕС в нормальних умовах і при виникненні аварійних ситуацій. Інструкція конкретизує вимоги нормативних документів в галузі радіаційної безпеки стосовно практичної діяльності, а також встановлює додаткові вимоги радіаційного захисту, що враховують специфіку ВП ЗАЕС. Вимоги інструкції 00.ВН.00.ІН.10-16 [111] обов'язкові для виконання всіма особами, які перебувають на території ВП ЗАЕС і які включені до посадових інструкцій, кваліфікаційних вимог та інструкцій з охорони праці персоналу.

На ВП ЗАЕС передбачений контроль за радіаційною обстановкою в приміщеннях, на території ВП ЗАЕС, в санітарно-захисній зоні, зоні спостереження та

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 284 |

моніторинг за станом об'єктів навколишнього природного середовища. Розроблено і діє регламент 00.РБ.XQ.Pг.01-15 [110].

### **2.11.2.9 Відповідність експлуатаційної документації аналізам безпеки, проєкту енергоблока АЕС та досвіду експлуатації**

На підставі проєкту, технічної документації розробників обладнання, результатів звіту з аналізу безпеки з урахуванням досвіду експлуатації енергоблоків АЕС України, Типового технологічного регламенту безпечної експлуатації енергоблоків АЕС з реакторами ВВЕР-1000 на ВП ЗАЕС був розроблений ТРБЕ [68], який визначає межі та умови безпечної експлуатації енергоблока, а також містить вимоги та основні прийоми безпечної експлуатації енергоблока і загальний порядок виконання операцій, пов'язаних з безпекою АЕС.

На підставі, затвердженого і погодженого ТРБЕ [68], експлуатаційної документації розробників обладнання, систем і ЯПВУ, документації проєктних організацій, ВП ЗАЕС розробила для енергоблока комплект інструкцій з експлуатації обладнання і систем, в яких наводяться конкретні вказівки експлуатаційному персоналу за способом ведення робіт при нормальній експлуатації енергоблока, а також спеціальні інструкції, що визначають дії персоналу щодо забезпечення безпеки при всіх врахованих проєктом вихідних подій (порушень нормальної експлуатації, аварійних ситуаціях і аваріях) з обов'язковим урахуванням усіх вимог розробників і виробників обладнання і систем.

ВП ЗАЕС на підставі затвердженого і погодженого ТРБЕ, технічного обґрунтування безпеки (ТОБ), звіту з аналізу безпеки (ЗАБ) виконала розробку інструкцій з ліквідації аварій в форматі симптомно-орієнтованих для кожного енергоблока ВП ЗАЕС, які визначають дії персоналу при аварійних ситуаціях, проєктних аваріях, а також запроєктних аварій без урахування важкого пошкодження активної зони.

Відповідно до вимог п.10.9.1 НП 306.2.141-2008 [3], а також в рамках реалізації заходу 19204 КзПБ [15], ВП ЗАЕС розроблені документи КУВА [204] і КУВА-ВР [205]. КУВА призначена для управління важкими аваріями і використовуються для припинення пошкодження палива і обмеження наслідків важкої аварії.

Для випадків порушення нормальної експлуатації ВП ЗАЕС були розроблені на підставі ЗАБ, а також проєктної документації на обладнання інструкції з ліквідації порушень нормальної експлуатації (ІПНЕ) для кожного енергоблока.

У зв'язку з необхідністю регулярного підвищення безпеки і надійності роботи енергоблока №5, а також продовження його ресурсу, на ВП ЗАЕС виконуються роботи з реконструкції, модернізації систем і устаткування.

Як правило, ці роботи проводяться за технічними рішеннями, узгодженими з проєктною організацією і в залежності від впливу на безпеку узгоджуються з Держатомрегулювання України.

Обов'язковою умовою введення в експлуатацію виконаної реконструкції або модернізації є внесення необхідних змін в проєктну документацію (ЗАБ) і експлуатаційну (ТРБЕ, ІЕ РУ, інструкції з експлуатації, програми перевірок та випробувань тощо) або в разі необхідності розробка нових експлуатаційних документів.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 285 |

Проведений аналіз експлуатаційної документації (п. 2.4.8 ФБ-11 [101]) засвідчив, що на сьогоднішній день всі виконані реконструкційні роботи відображені в експлуатаційній документації, а також у проєктній.

### **2.11.2.10 Застосування симптомного підходу, спрямованого на оновлення критичних функцій безпеки, в аварійних інструкціях**

Дії за симптомно-орієнтованих аварійних інструкцій ґрунтуються на реальному фізичному стані реактора, що дозволяє ефективно діяти при ліквідації порушень з множинними відмовами систем та/або помилками оператора.

Симptomно-орієнтовані аварійні інструкції дозволяють правильно розставити пріоритети при ліквідації порушень з накладанням відмов, запобігти порушенню ешелонованого захисту або пом'якшити наслідки такого порушення.

Симptomно-орієнтовані аварійні інструкції розроблені у вигляді процедур в покроковій формі з послідовним викладом операцій, що виконуються.

Процес управління енергоблоком при ліквідації порушень починається з виконання оперативним персоналом комплексу дій з діагностики стану енергоблока.

Процес управління РУ при ліквідації порушень по ІЛА починається з виконанням оперативним персоналом процедури діагностики А-0 «Срабатывания АЗ реактора или включения в работу СБ», яка встановлює пріоритети дії персоналу при ліквідації аварій та аварійних ситуацій на РУ або процедури АРЗ-0.0 «Полное обесточивание блока» при наявності ознак повного знеструмлення енергоблока.

Вихід з процедури діагностики А-0 здійснюється тільки за прямим переходом до процедур оптимального відновлення відповідно до ознак, які визначені в А-0, або до процедур відновлення КФБ.

Процедури оптимального відновлення - це процедури, дії за якими направлені на відновлення безпечного стану енергоблока та ліквідацію порушень з урахуванням можливих відмов і накладань відмов.

Перехід до процедур оптимального відновлення виконується в результаті дій з діагностики.

Поділ СОАІ на дії з діагностики та дії по оптимальному відновленню дозволяє оператору БЩУ після діагностики відмови виконувати конкретні дії, необхідні в даній ситуації, не витрачаючи час на діагностику кожної події в процесі розвитку порушення.

У процесі виконання процедур оптимального відновлення передбачена періодична перевірка успішності дій по відновленню безпечного стану енергоблока (відсутність спрацювання захистів САОЗ, стабілізація параметрів І контуру тощо).

Для забезпечення безпеки атомних станцій прийнята концепція «глибоко ешелонованого захисту», яка полягає в застосуванні системи фізичних бар'єрів на шляху поширення іонізуючого випромінювання і радіоактивних речовин в навколишнє середовище та системи технічних та організаційних заходів щодо захисту бар'єрів і збереження їх ефективності, з метою захисту персоналу, населення та навколишнього середовища.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 286 |

Для кожного з фізичних бар'єрів визначається ряд умов - критичних функцій безпеки, які постійно дотримуються для збереження цілісності відповідного бар'єра і підтримки безпечного стану енергоблока.

Виконання умов, що забезпечують цілісність захисних бар'єрів, контролюється станом критичних функцій безпеки.

При підтримці КФБ в задовільному стані відсутня загроза руйнування захисних бар'єрів.

Між КФБ існують мінімальні зв'язки, оскільки умови, за якими контролюється підтримання (стан) критичних функцій безпеки, є різними для кожної КФБ. Дії, які здійснюються для відновлення конкретної КФБ, мають слабкий вплив на інші критичні функції безпеки.

Контроль стану КФБ зводиться до перевірки відповідного ряду умов і параметрів реакторної установки. Потім ці параметри порівнюються із спеціально підібраними критеріями в логічній побудові, які мають назву «Дерево станів КФБ».

Системи контролю КФБ через відповідні дії оператора БЩУ запобігають переростанню відхилень від нормальних експлуатаційних меж в порушення критичних функцій безпеки. Виняток становлять випадки, коли вихідною подією є відмова або пошкодження обладнання, що від самого початку приводить до порушення КФБ-04 «Целостность системы 1 контура» (п. 2.4.9 ФБ-11 [101]).

### **2.11.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-11 «Експлуатаційна документація»**

У процесі аналізу відповідності експлуатаційної документації енергоблока №5 ВП ЗАЕС вимогам ядерної безпеки розглянута документація, що визначає дії персоналу в режимах нормальної експлуатації, порушень нормальної експлуатації, аварійних ситуаціях, проектних і запроектованих аваріях, при проведенні випробувань та перевірок, виконання технічного обслуговування і ремонту. Розглянуто також документи з видачі нарядів та допусків, інструкції з радіаційної безпеки. Особлива увага приділялася оцінці документації по експлуатації обладнання та елементів СВБ, виконання їх перевірок, випробувань, технічного обслуговування, ремонту.

Висновок ґрунтується на зіставленні фактичного стану експлуатаційної документації вимогам національних стандартів з безпеки.

Всі види робіт, що виконуються персоналом на обладнанні та елементах СВБ забезпечені інструкціями, процедурами, програмами, які визначають їх безпечні дії. Порядок затвердження, введення в дію документів, розглянутих в даному факторі безпеки встановлено на підставі вимог нормативних документів. При розробці документів організована та забезпечена перевірка правильності узгодження, порядку затвердження та їх оформлення. Документи постійно доповнюються та повністю переглядаються кожні 3 роки - експлуатаційні, кожні п'ять років - ремонтні. Це дає можливість постійно оновлювати та покращувати їх.

Розроблені станційні стандарти та положення встановлюють вимоги до експлуатаційних документів, які враховують людський фактор, умови зрозумілості та сприйняття документів персоналом. Дотримання цих вимог є обов'язковим та контролюється.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 287 |

У частині поліпшення експлуатаційної документації за рекомендаціями партнерських перевірок МАГАТЕ ВП ЗАЕС виконані та заплановані заходи щодо їх реалізації. Виконання цих заходів контролюється керівництвом станції. У частині поліпшення експлуатаційної документації за рекомендаціями партнерських перевірок МАГАТЕ ВП ЗАЕС виконані заходи щодо їх реалізації.

Результати проведеного аналізу підтвердили те, що експлуатаційна документація ясно та чітко визначає всі експлуатаційні режими установки, співвідноситься з аналізами з безпеки та поточним станом енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

Існуючі умови забезпечують підтримання належного рівня безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС при довгостроковій експлуатації.

За результатами виконаного аналізу ФБ-11 можна зробити висновок, що рівень безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС, в частині експлуатаційної документації, відповідає вимогам діючих національних норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки. Повнота і якість комплексу експлуатаційної документації забезпечує безпечну експлуатацію енергоблока. При цьому стан фактора покращується у зв'язку з реалізацією додаткових заходів щодо підвищення безпеки з урахуванням виконання вимог нововведених нормативних документів, які спрямовані на уточнення вимог з безпеки.

За результатами аналізу ФБ-11 були визначені наступні заходи, направлені на покращення експлуатаційної документації, а саме: постійний перегляд комплектів документів на ремонт обладнання та розробку необхідної ремонтної документації.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про те, що ФБ-11 відповідає вимогам чинних НД з безпеки, при цьому стан фактора покращується у зв'язку з реалізацією додаткових заходів щодо підвищення безпеки.

Проведений аналіз ФБ-11, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.

## **2.12 Фактор безпеки №12 «Людський фактор»**

Метою аналізу фактора безпеки «Людський фактор» є оцінка різних людських чинників, які можуть вплинути на безпечну експлуатацію атомної електростанції, і підтвердження того, що ЕО достатньо уваги приділяє людському фактору, як фактору, який має прямиий вплив на безпечну експлуатацію АЕС.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ «Фактор безпеки №12. Человеческий фактор. 21.5.59.ОППБ.12» [113].

### **2.12.1 Метод і критерії оцінки**

#### *Метод оцінки*

При розробці ФБ-12 застосовується метод експертної оцінки на основі порівняльного аналізу за якісними критеріями, наведеними в р.2.3 ФБ-12 [113].

Таким чином, з урахуванням експертної оцінки були виконані обробка матеріалів і аналіз результатів, а саме виконано порівняння поточного стану з вимогами нормативної документації за наступними напрямками:

- політика експлуатуючої організації по роботі з персоналом;
- організація підбору персоналу;

|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 288 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• програми навчання, підтримки та підвищення кваліфікації;</li> <li>• навчання культури безпеки, зокрема, керівного складу;</li> <li>• програми вивчення досвіду експлуатації, що включають аналіз помилок персоналу, використання відповідних коригуючих заходів;</li> <li>• кваліфікаційні вимоги для експлуатаційного, ремонтного, інженерного і керівного персоналу;</li> <li>• використання інформаційно-керівних систем, аналіз представлення інформації операторам, використання інформації ІАБ і детерміністичних аналізів;</li> <li>• стиль і доступність інструкцій.</li> </ul> <p><i>Критерії оцінки</i></p> <p>Критеріями прийнятності для даного фактора вважати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Політика експлуатуючої організації по роботі з персоналом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– має бути достатня кількість працівників, які мають необхідну компетенцію для ефективного і безпечного виконання обов'язків, весь час знаходяться на станції на всіх етапах її життєвого циклу. (Серія стандартів з безпеки № GS-G-1.3, розділ 2.3 (d), стор. 3; SSR-2/2 вимога 4, п.п. 3.11, 3.12, стор.9);</li> <li>– має бути вироблена політика для всіх областей безпеки, включаючи підготовку персоналу з управління і фахівців, готових до вивчення і засвоєння нового, що мають кваліфікацію в області формування, накопичення і передачі знань і здатних адаптувати організацію до нових знань і концепцій (SSR-2/2, вимога 1 п. 3.2, стор.5);</li> <li>– має бути забезпечено розподіл обов'язків із зазначенням відповідних повноважень і каналів зв'язку з метою надання кадрам можливості отримання відповідного рівня освіти і підготовки, а також матеріальних ресурсів; збереження необхідної компетентності; встановлення політики забезпечення придатності до виконання посадових обов'язків (SSR-2/2 вимога 1 п. 3.2, стр.5,6)</li> <li>– для підтримки стабільного обсягу знань, навичок і експертного досвіду в області безпеки і для досягнення довгострокових цілей політики в області кадрових ресурсів необхідно забезпечувати широкий діапазон вікових груп і досвіду. (Керівництво з безпеки NS-G-2.8, розділ 2, стор. 4);</li> <li>– підтвердження достатності ресурсів в частині наявності належним чином навченого і досвідченого персоналу, шляхом забезпечення внутрішньої експертизи. (Серія документів з безпеки № 75-INSAG-4, стор. 37);</li> <li>– експлуатуюча організація повинна забезпечити набір і підготовку достатньої і необхідної кількості керівників і фахівців, кваліфікація яких забезпечує виконання функцій, покладених на ЕО (НП 306.2.141-2008, п.5.2.5.</li> </ul> </li> <li>• Організація підбору персоналу: <ul style="list-style-type: none"> <li>– стійкість службового становища є перевагою, якою експлуатуючій організації слід користуватися для створення зацікавленості, знаходячи правильне співвідношення між внутрішнім просуванням і набором персоналу зі сторони. (Керівництво з безпеки NS-G-2.8, розділ 2, стор. 4);</li> </ul> </li> </ul> |   |          |



|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 289 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- при підборі персоналу необхідно ґрунтуватися на припущенні того, наскільки добре кандидат буде розвивати свою компетентність в ході отримання додаткової освіти, досвіду, навчання і розвитку. На цьому етапі можна також брати до уваги потенціал людини для заняття більш високих посад. (Серія стандартів з безпеки № GS-R-3, розділ 12, стор. 5);</li> <li>- оператор повинен підтвердити, що у нього є: систематизовані і перевірені методи підбору персоналу, включаючи тест на придатність, знання і навички. (Серія стандартів з безпеки № GS-G-1.2, розділ А.10 (n), стор. 38);</li> <li>- проводиться підбір персоналу, що володіє відповідною кваліфікацією, і забезпечуються необхідна підготовка і навчання цього персоналу, з тим щоб він був здатний правильно виконувати свої обов'язки в різних експлуатаційних станах станції і в аварійних умовах відповідно до регламентів (SSR-2/2. «Безопасность атомных электростанций: Ввод в эксплуатацию и эксплуатация». Вимоги МАГАТЕ, п. 4.17);</li> <li>• Програми навчання, підтримки та підвищення кваліфікації: <ul style="list-style-type: none"> <li>- створюється і здійснюється відповідна програма підготовки персоналу до його призначення для виконання обов'язків, пов'язаних з безпекою. Програма підготовки кадрів передбачає періодичну перевірку компетентності персоналу та підвищення його кваліфікації на регулярній основі. Підготовка з метою підвищення кваліфікації включає також положення про перепідготовку персоналу в разі тривалої перерви у виконанні посадових обов'язків. При підготовці підкреслюється важливість забезпечення безпеки у всіх аспектах експлуатації станції і створює сприятливі умови розвитку культури безпеки (SSR-2/2. «Безопасность атомных электростанций: Ввод в эксплуатацию и эксплуатация». Вимоги МАГАТЕ, п. 4.19);</li> <li>- оператор повинен підтвердити, що у нього є: Засоби і програми для навчання персоналу. (Серія стандартів з безпеки № GS-G-1.2, розділ А.10 (h), стор. 38);</li> <li>- експлуатаційний персонал повинен бути належним чином навчений застосуванню наявних процедур, а також необхідно планувати і проводити повторне навчання, коли змінюються експлуатаційні межі та умови і експлуатаційні процедури. (INSAG-13, розділ 10.2, стор. 15);</li> <li>- програми підготовки піддаються оцінці і вдосконалюються за допомогою проведення періодичних розглядів. Крім того, створюється система своєчасної модифікації і оновлення навчальної бази, комп'ютерних моделей, тренажерів і матеріалів, що забезпечує правильне відображення існуючих на станції умов і політики експлуатації, а також обґрунтованість будь-яких змін, що вносяться («Набор, квалификация и подготовка персонала для атомных электростанций. Руководство по безопасности» NS-G-2.8, розділ 5.24);</li> <li>- ремонтний персонал повинен мати доступ до навчальних макетів і моделей, ремонтна діяльність на яких не може практикуватися на реальному</li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|   |   |          |
|---|---|----------|
| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 290 |
| <p>обладнанні. («Набор, квалификация и подготовка персонала для атомных электростанций. Руководство по безопасности» NS-G-2.8, розділ 5.24);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ЕО розробляє і реалізує систему професійної підготовки і підтримки кваліфікації персоналу АС. У структурі АС передбачаються НТЦ, оснащені технічними засобами навчання, в тому числі повномасштабними тренажерами, які необхідні для підготовки та підтримання кваліфікації та перепідготовки персоналу АС (НП 306.2.141-2008, п.10.2.3)</li> <li>• Навчання культурі безпеки, зокрема керівного складу: <ul style="list-style-type: none"> <li>- оператор повинен підтвердити, що у нього є: Навчання в галузі культури безпеки, зокрема для управлінського персоналу. (Серія стандартів з безпеки №GS-G-1.2, розділ А.10 (р), стор. 38).</li> </ul> </li> <li>• Програми вивчення досвіду експлуатації, що включають аналіз помилок персоналу, використання відповідних коригуючих заходів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- оператор повинен підтвердити, що у нього є: Програми по зворотному зв'язку від досвіду експлуатації, в частині помилок в роботі людини. (Серія стандартів з безпеки № GS-G-1.2, розділ А.10 (о), стор.38);</li> <li>- у програмі підготовки відповідним чином враховується експлуатаційний досвід на станції, а також актуальний досвід інших станцій. Забезпечується проведення підготовки з питань основних причин подій і за визначенням і здійсненню коригувальних дій з метою зменшення ймовірності повторення ситуації (SSR-2/2, вимога 7 п. 4.22, стор.14);</li> <li>- в результаті розслідування подій розробляються чіткі рекомендації для відповідальних керівників, які в належний час вживають відповідні коригувальні дії, з тим щоб уникнути будь-якого повторення цих подій. Коригувальні дії наділяються пріоритетами, встановлюється графік їх виконання, вони здійснюються ефективно, причому їх ефективність аналізується. Експлуатаційний персонал інформується про відповідні події і вживає необхідних коригувальних дій, з тим щоб їх повторення стало менш імовірним (SSR-2/2. «Безопасность атомных электростанций: Ввод в эксплуатацию и эксплуатация». Вимоги МАГАТЄ, п. 5.30);</li> <li>- підготовка персоналу здійснюється з урахуванням досвіду експлуатації, забезпечує розуміння наслідків можливих помилок персоналу для безпеки АЕС (НП 306.2.141-2008, п.10.2.6)</li> </ul> </li> <li>• Система контролю стану здоров'я персоналу, що впливає на безпеку. Приписи по годинах роботи, здоров'ю та зловживанню алкоголем і наркотиками: <ul style="list-style-type: none"> <li>- оператор повинен підтвердити, що у нього є: Керівництва по придатності до роботи, що включають приписи по годинах роботи, здоров'ю та зловживанню алкоголем або наркотиками. (Серія стандартів з безпеки № GS-G-1.2, розділ А.10 (р), стор. 38);</li> <li>- експлуатуюча організація встановлює і підтримує політику охорони здоров'я співробітників, що гарантує придатність персоналу до виконання посадових обов'язків. Приділяється належна увага зведенню до мінімуму умов, що викликають стрес, і встановлення обмежень на понаднормову</li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 291 |
| <p>роботу і вимог щодо відпочинку. Політика охорони здоров'я включає заборону на споживання алкоголю і зловживання наркотиками. (SSR-2/2. «Безопасность атомных электростанций: Ввод в эксплуатацию и эксплуатация». Вимоги МАГАТЕ п. 3.13);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при прийомі на роботу, а також періодично під час роботи, персонал АС проходить медичний контроль. Стан здоров'я персоналу не повинно перешкоджати виконанню покладених на нього виробничих завдань і має відповідати вимогам, встановленим органами охорони здоров'я (НП 306.2.141-2008, п.10.2.8);</li> <li>• Кваліфікаційні вимоги для експлуатаційного, ремонтного, інженерного і керівного персоналу: <ul style="list-style-type: none"> <li>- оператор повинен підтвердити, що у нього є: Вимоги до компетентності експлуатаційного, ремонтного, технічного і управлінського персоналу. (Серія стандартів з безпеки № GS-G-1.2, розділ А.10 (s), стор. 38);</li> <li>- експлуатуюча організація чітко визначає вимоги щодо кваліфікації та компетентності, з тим, щоб персонал, покликаний виконувати пов'язані з безпекою функції, був здатний безпечно виконувати свої обов'язки (SSR-2/2, вимога 7, п. 4.15, стор. 13);</li> <li>- ЕО встановлює вимоги до кваліфікації персоналу відповідно до його обов'язків (НП 306.2.141-2008, п.10.2.2).</li> </ul> </li> <li>• Використання інформаційно-керуючих систем, аналіз представлення інформації операторам, використання інформації ІАБ і детерміністичних аналізів: <ul style="list-style-type: none"> <li>- взаємодія «людина-машина» має проектуватися з таким розрахунком, щоб оператори отримували повну інформацію, з урахуванням часу, який необхідний для прийняття рішень і відповідних дій. Інформація, необхідна оператору для прийняття рішення про дії, повинна бути представлена в зрозумілій і недвозначній формі (SSR-2/1 , вимога 32, п. 5.56);</li> <li>- оператор повинен підтвердити, що у нього є система для урахування інтерфейсу людина-машина і його проекту , а також для аналізу потреб людини в інформації і завантаженості БЩУ та інших робочих станцій виробничими завданнями. (Серія стандартів з безпеки № GS-G-1.2, розділ А.10 (t), стор. 39);</li> <li>- в аналізі безпеки повинна бути виконана оцінка взаємодії людини з установкою. (Серія стандартів з безпеки №GSR-частина 4, вимога 11, стор.12);</li> <li>- при проектуванні БЩУ необхідно оптимально вирішити питання взаємодії «людина-машина». Параметри, які слід контролювати з БЩУ, повинні оперативно і однозначно відображати інформацію про поточний стан РУ і енергоблока в цілому, а також про спрацьовування і функціонування систем безпеки (НП 306.2.141-2008, п.8.4.3).</li> </ul> </li> <li>• Стиль і доступність інструкцій:</li> </ul> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 292 |

- з метою забезпечення експлуатації станції в рамках встановлених експлуатаційних меж і умов вся діяльність, важлива для безпеки, виконується відповідно до письмових регламентів (SSR-2/2. «Безопасность атомных электростанций: Ввод в эксплуатацию и эксплуатация». Вимоги МАГАТЕ, п. 4.26);
- процедури повинні забезпечувати ясне, коротке і, наскільки можливо, перевірене і обгрунтоване керівництво. Важливим елементом політики забезпечення безпеки на станції повинно бути суворе дотримання письмових експлуатаційних процедур (регламентів) (SSR-2/2, п. 7.1);
- адміністрація на основі ЗАБ, технологічного регламенту безпечної експлуатації та інших експлуатаційних документів забезпечує розробку та затвердження інструкцій та керівництв, які визначають дії персоналу в разі порушень нормальної експлуатації, аварійних ситуаціях, проектних і запроектних аваріях, в тому числі важких аваріях (НП 306.2.141 -2008, п.10.9.1)

### 2.12.2 Результати оцінки

Керівництво ВП ЗАЕС, беручи на себе всю повноту відповідальності за безпеку атомної станції, встановлює безумовний пріоритет ядерної та радіаційної безпеки ВП ЗАЕС, і усвідомлює, що основною умовою забезпечення безпеки АЕС є набуття навичок, підтримання поточної кваліфікації та компетентності персоналу АЕС всіх категорій.

В ході аналізу встановлено, що в ВП ЗАЕС на високому рівні організована і проводиться в життя політика керівництва в області людського фактора. Є відповідна заява керівництва ВП ЗАЕС, на підставі якої базується вся діяльність підприємства.

Системно дотримуються принципи культури безпеки. Організована ефективна кадрова система: підбору, навчання і підвищення кваліфікації персоналу станції.

Основною метою професійної підготовки персоналу ВП ЗАЕС є досягнення працівниками необхідного рівня кваліфікації та постійної готовності до виконання своїх професійних обов'язків, що забезпечують безпечну та ефективну експлуатацію АЕС, захист персоналу, населення і навколишнього середовища.

Система підготовки персоналу ВП ЗАЕС інтегрована в усі сфери життєдіяльності підприємства, включаючи НТЦ ВП ЗАЕС, підрозділах ВП ЗАЕС, а також сторонніх навчальних закладах України. Персонал ЗАЕС, в тому числі зайнятий технічним обслуговуванням і ремонтом, проходить підготовку на робочому місці і в навчально-тренувальних центрах з використанням тренажерів, перевірку знань перед допуском до самостійної роботи, а також підтримання кваліфікації відповідно до вимог норм, правил і стандартів з ядерної і радіаційної безпеки.

Підготовка персоналу ВП ЗАЕС ведеться з використанням принципів СПН.

ВП ЗАЕС володіє необхідними ресурсами для підготовки кваліфікованого персоналу (інструкторським штатом, ТЗН, НММ).

У ВП ЗАЕС досягнутий високий рівень дисципліни. Чітко розподілені повноваження і персональна відповідальність керівників і безпосередніх виконавців. Кожен працівник усвідомлює вплив його діяльності на безпеку і наслідки, до яких

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 293 |

може призвести недотримання або неякісне виконання вимог нормативних документів, виробничих і посадових інструкцій.

ВП ЗАЕС прагне до всебічного використання досвіду експлуатації, запозичення передової практики, за допомогою активної участі в обміні інформацією між вітчизняними та зарубіжними АЕС і організаціями МАГАТЕ, ВАО АЕС та ін.

Керівництво ВП ЗАЕС реалізує програми соціального розвитку, спрямовані на збереження працездатності та здоров'я, забезпечення повноцінного відпочинку та професійної реабілітації, підтримку ветеранів праці.

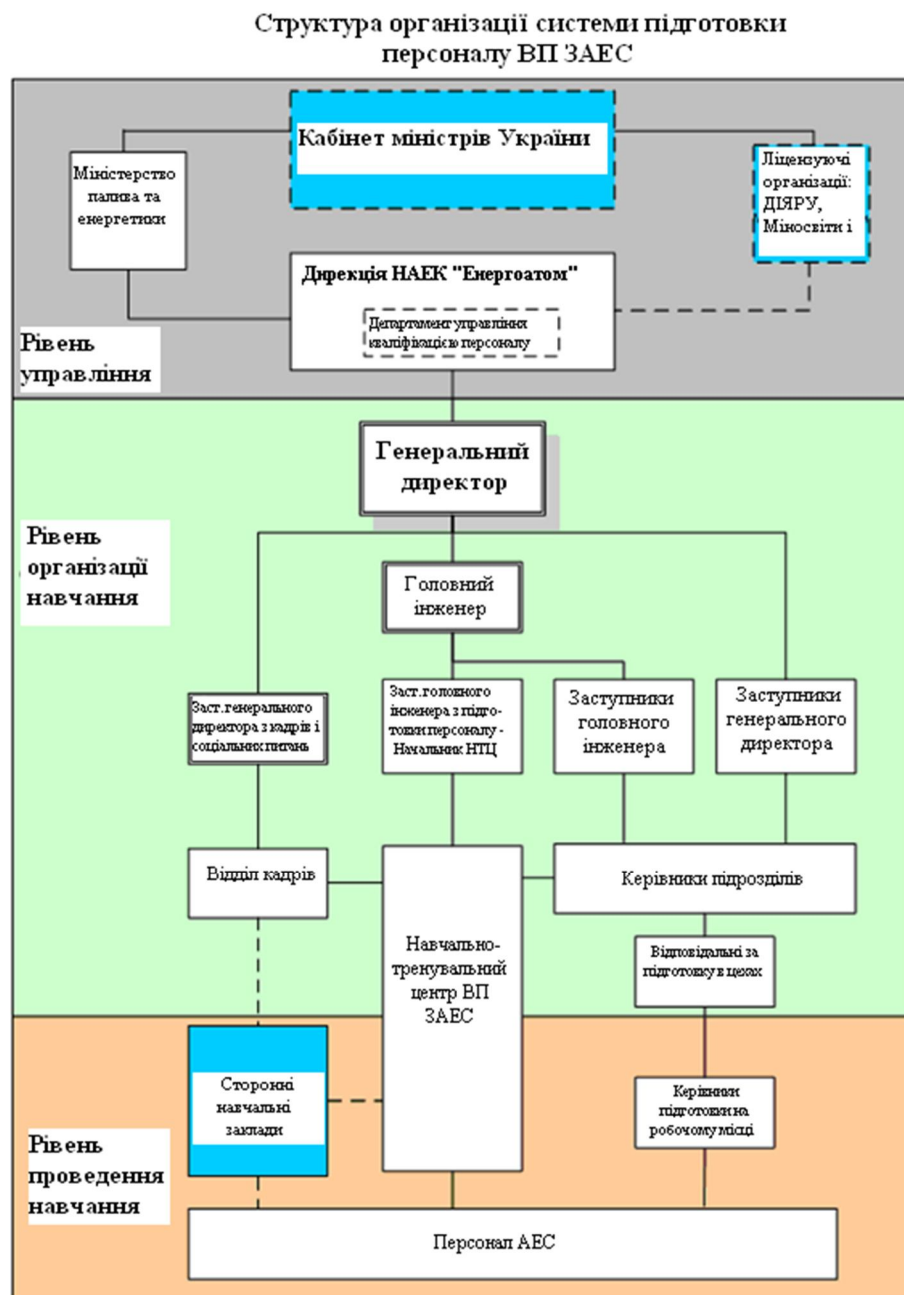


Рис. 2.11 - Структура системи підготовки персоналу ЗАЕС

Керівництво ВП ЗАЕС прагне до забезпечення працівників соціальними гарантіями, що відповідають кращим стандартам, забезпечуючи справедливу оплату

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 294 |

праці працівників в залежності від особистого трудового внеску в процес досягнення поставлених цілей і завдань.

У ВП ЗАЕС реалізована ефективна система кадрового резерву керівників, ведеться робота з поліпшення підготовки резервістів і підвищення дієвості кадрового резерву.

У ВП ЗАЕС налагоджена система заходів з профвідбору та психофізіологічного обстеження, медичного обслуговування працівників, яка сприяє зміцненню клімату в колективі АЕС.

Проєкт енергоблока №5 відповідає вимогам ядерної безпеки, встановленим в НП 306.2.141-2008 [3] до ергономіки та інтерфейсу людина-машина в цілому. Керівництво ВП ЗАЕС приділяє увагу процесам ергономічної модернізації енергоблока, впроваджуючи ефективні системи надання інформації оператору. Метою таких модернізацій є зняття навантаження з оператора БЩУ і надання автоматизованих функцій аналізу подій, що в свою чергу знижує ймовірність помилки.

Керівництво ВП ЗАЕС реалізує сучасні концепції підвищення безпеки АЕС, виконано впровадження СОАІ та КУВА на всіх енергоблоках, що відповідає світовій практиці.

Слід також зазначити, що керівництво ВП ЗАЕС відкрито і регулярно проводить зовнішні перевірки (аудити), такі як місії: OSART, WANO, в ході яких відзначений високий рівень професійної підготовки і підтримки кваліфікації працівників ВП ЗАЕС, дотримання вимог виробничих інструкцій і технологічних регламентів, їх постійного вдосконалення на основі досвіду, що накопичується, а також наявність атмосфери довіри і таких підходів до колективної роботи, які сприяють зміцненню позитивного ставлення до безпеки.

Поряд з модернізаціями обладнання, оновленнями і покращеннями документації, на постійній основі, з допомогою самооцінки відбувається виявлення недоліків системи підготовки персоналу та їх планове усунення.

Виконуються заходи щодо покращення, ситуація по даному фактору безпеки покращується.

Удосконалюються автоматизовані системи контролю і навчання персоналу (АСКН), які передбачають реалізацію технології дистанційного навчання. У плановому порядку йде переклад деяких базових курсів навчання персоналу в систему дистанційного навчання (наприклад, «Охорона праці» Пожежна безпека» та ін.).

У 2018 році введено в дію Національний центр підготовки ремонтного персоналу і керівників ДП «НАЕК «Енергоатом», що підвищить рівень підготовки ремонтного персоналу, а при підготовці керівників буде використаний передовий світовий досвід з даного напрямку. Штатний розклад НТЦ ВП ЗАЕС приведено у відповідність зі спеціалізацією Національного центру підготовки ремонтного персоналу і керівників ДП НАЕК «Енергоатом».

На основі результатів міжнародного проєкту ЕК UI 05\17 «Створення Національного центру підготовки ремонтного персоналу і керівників ДП НАЕК «Енергоатом» на базі НТЦ ВП ЗАЕС» в НТЦ ВП ЗАЕС розроблені програми підготовки ремонтного персоналу основних технологічних напрямків ремонту і технічного обслуговування обладнання АЕС: тепломеханічне обладнання,

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 295 |

устаткування ЦТАВ; електротехнічне обладнання; контроль металу; транспортно-технологічні операції; обробка металів різанням; загальнотехнічна підготовка персоналу та інші.

Ведеться планова розробка навчально-методичних матеріалів для проведення тренажерного навчання в ЦПРП НТЦ ВП ЗАЕС. З червня 2018 року на постійній основі проводиться навчання ремонтного персоналу ДП «НАЕК «Енергоатом» згідно з річним планом графіком з використанням технічних засобів спеціального призначення, розміщених в корпусі «Г» НТЦ ВП ЗАЕС.

У НТЦ ВП ЗАЕС постійно ведеться облік і контроль термінів розробки та перегляду навчально-методичних матеріалів, використовуваних для підготовки персоналу ВП ЗАЕС в тому числі і певних посад (НЗ АЕС, НЗЕБ, ПІУБ, ПІУР, НЗТВ, ПІУТ, НЗ АЕС, НЗ ЦТАВ) ведеться в ІСОПН «Гамлет».

Керівництвом ВП ЗАЕС будуть реалізовані заплановані заходи з модернізації ПМТ ВП ЗАЕС ЕБ1, 3, 5 відповідно з «Програмою модернізації повномасштабних тренажерів енергоблоків АЕС на 2016 - 2020 р.р.» ПМ-Д.0.8.344-15.

Виконання заходів підвищать надійність старіючого парку ТЗН ПМТ, а також розширять функціональні можливості ПМТ.

Для енергоблока №5 Запорізької АЕС розроблено Керівництво з управління важкими аваріями [204, 205].

Дані керівництва складаються з:

- Комплекту процедур для персоналу БЩУ:
  - БКАВ-1. Процедура з управління важкими аваріями операторів БЩУ до активації ГП.
  - БКАВ-2. Процедура з управління важкими аваріями операторів БЩУ після активації ГП.
- Комплекту керівництв для групи інженерної підтримки:
  - ДБС Керівництво по контролю стану і критеріїв входу в керівництва з управління важкими аваріями.
  - КУВА-1 - КУВА-6. Набір керівництв з управління важкими аваріями.
  - КЕДОК-1 – КЕДОК-2. Керівництва по діям довгострокового контролю.
  - КСЗ-1 - КСЗ-4 Набір керівництв дерева серйозних загроз.
  - КУВА-БВ. Керівництво з управління важкою аварією в басейні витримки

При виконанні умов входу в КУВА персонал БЩУ переходить до управління важкої аварією відповідно до процедури БКАВ-1, яке приписує негайне виконання основних стратегій управління ВА (скидання тиску і підживлення першого контуру).

Активация групи інженерної підтримки здійснюється за наказом керівника аварійними роботами на майданчику. Після активації ГП забезпечує управління важкої аварією відповідно до запропонованих в КУВА стратегіям, видає вказівки персоналу БЩУ по застосуванню обладнання та систем АЕС, які можуть бути використані для управління аварією незалежно від встановлених проєктом

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 296 |

призначення, меж і умов безпечної експлуатації. При цьому персонал БЩУ дотримується процедур БКАВ -2.

Персонал БЩУ повинен організувати безперервну діагностику стану енергоблока відповідно до керівництв ДБС і її передачу ГПП.

В основу розробки керівництв ДБС покладена таблиця моніторингу стану основних параметрів РУ і БВ, контроль яких дозволяє повністю охопити як вихід РУ і БВ з діапазону стабільного контрольованого стану, так і виникнення серйозних загроз (для РУ).

На підставі зазначеної діагностики ГПП виконує оцінку необхідності використання того чи іншого КУВА або КСЗ, приймає рішення про використання процедури підживлення БВ і здійснює управління ВА до моменту досягнення стабільного, контрольованого стану РУ і БВ.

Під стабільним контрольованим станом енергоблока мається на увазі такий стан, при якому:

- відновлено стабільне охолодження активної зони РУ і БВ;
- знята загроза руйнування або подальшого руйнування бар'єрів на шляху поширення продуктів поділу;
- зупинений (або обмежений наскільки це можливо) викид продуктів ділення і знята загроза відновлення істотних викидів;
- забезпечений моніторинг параметрів, що дозволяють контролювати стан активної зони РУ і БВ, бар'єрів безпеки, радіаційної обстановки, а також обладнання енергоблока або залучених в процесі управління важкої аварією додаткових заходів, робота яких забезпечує досягнення зазначених цілей.

Використання керівництв управління важкої аварією завершується одним з наступних результатів:

- енергоблок перебуває в стабільному контрольованому стані і виконується усунення серйозних загроз відповідно до КЕДОК-1;
- енергоблок перебуває в стабільному контрольованому стані, всі серйозні загрози усунені і отримано розпорядження КАРМ про припинення процесу управління ВА.

В рамках ДП «НАЕК «Енергоатом» створено і функціонує портал знань в структурі системи управління знаннями. Він дозволяє оперативно обмінюватися розробленими навчально-методичними матеріалами між відокремленими підрозділами. У НТЦ ВП ЗАЕС (також як на інших станціях) впроваджена інтегрована система обліку і планування навчання «Гамлет», база даних якої містить розроблені і ті, що реалізуються, програми підготовки персоналу та навчальні матеріали для проведення навчання. Єдина інформаційна основа системи «Гамлет» для всіх майданчиків дозволяє проводити оперативний обмін інформацією та узгодження в роботі з планування навчання, його реалізації оцінки та звітності.

Впровадження нових систем, положень, інструкцій не може гарантувати виключення всіх недоліків і помилок персоналу. Одним з пріоритетних завдань в області ЛФ, є закріплення принципів відкритості і непокарання персоналу, що



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 297 |

допустив помилку. Також ВП ЗАЕС продовжить проводити підготовку персоналу, який залучається до роботи в комісії з розслідування порушень в роботі АЕС методиці проведення аналізу порушень і пошуку корінних причин.

### **2.12.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-12 «Людський фактор»**

За результатами аналізу фактора безпеки №12 «Людський фактор» підтверджено, що Експлуатуюча організація приділяє достатньо уваги людському фактору, як фактору, який має прямий вплив на безпечну експлуатацію АЕС.

Своєчасна реалізація запланованих заходів з підвищення рівня безпеки, постійна підтримка і підвищення кваліфікації персоналу дозволяють безпечно експлуатувати енергоблок в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки безпеки.

### **2.13 Фактор безпеки №13 «Аварійна готовність і планування»**

Метою аналізу даного фактора безпеки є доказ того, що в ВП ЗАЕС розроблена і введена в дію система аварійної готовності та реагування, включаючи плани заходів щодо захисту персоналу та населення, аварійний запас обладнання та матеріально-технічних ресурсів, аварійні організаційні структури, порядок їх підготовки, кризові центри, а також демонстрація того, що система аварійного реагування відповідає змінам проєкту енергоблока і соціально-економічних характеристик району розміщення АЕС.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ «Фактор безпеки №13. Аварійна готовність і планування 21.5.59.ОППБ.13» [114].

#### **2.13.1 Метод і критерії оцінки**

##### *Метод оцінки*

Метод аналізу даного фактора безпеки визначено п. 5.3.3 СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007 [6], а саме при розробці даного документа використовувався детерміністичний аналіз результатів оцінки діяльності ВП ЗАЕС з питань аварійного реагування та планування.

##### *Критерії оцінки*

Критерієм оцінки для даного фактора безпеки є:

- відповідність САР ВП ЗАЕС і «Аварійного плану» вимогам нормативної документації;
- підтримка САР ВП ЗАЕС у актуальному стані;
- забезпечення і підтримання аварійного запасу матеріально-технічних ресурсів в обсязі, необхідному для виконання завдань аварійного реагування;
- наявність і функціонування кризових центрів і їх відповідність вимогам нормативної документації;
- готовність адміністрації АЕС і персоналу енергоблока до дій по захисту персоналу і навколишнього середовища в разі виникнення надзвичайної ситуації.

#### **2.13.2 Результати оцінки**

##### **2.13.2.1 Інструкції щодо дій в аварійних ситуаціях і при аваріях**

На ЗАЕС розроблені аварійні інструкції, які визначають дії персоналу для ліквідації аварій і забезпечення безпеки персоналу та навколишнього середовища.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 298 |

Перелік інструкцій щодо дій в аварійних ситуаціях і при аваріях на енергоблоці №5 ВП ЗАЕС:

- 05.ГТ.00.ИН.05-18 «Інструкція по ліквідації аварій і аварійних ситуацій на реакторній установці енергоблока № 5 Запоріжської АЕС»;
- 05.ГТ.00.ИН.07-14 «Інструкція по ліквідації аварій і аварійних ситуацій на остановленному реакторі енергоблока № 5 Запоріжської АЕС»;
- 05.ГТ.00.РУ.01-14 «Руководство по управленню тяжелыми авариями на энергоблоке № 5 Запоріжської АЕС»;
- 05.ГТ.00.РУ.02-16 «Руководство по управленню тяжелыми авариями для открытого реактора энергоблока № 5 Запоріжської АЕС»;
- 05.ГТ.00.ИН.03-18 «Інструкція по ліквідації порушень нормальної експлуатації на реакторній установці енергоблока № 5 Запоріжської АЕС»;
- 00.ЭЦ.ИН.01-18 «Інструкція по тушенню пожаров в электроустановках ОП ЗАЭС»;
- 123456.1020.00.ЭЦ.00.ИН.04-16 «Інструкція по предупреждению и ликвидации аварий в электрической части ЗАЭС»;
- 123456.ТО.УМ.ИН.32-18 «Інструкція по ліквідації пошкоджень і порушень в роботі теплофикационных установок»;
- 123456.ТО.ОО.ИН.28-14 «Інструкція по предупреждению и ликвидации технологических нарушений в работе оборудования турбинного отделения энергоблоков №1,2,3,4,5,6».

ІЛА РУ складається з двох частин. У першій частині наведено загальні положення і порядок використання процедур. Друга частина складається з набору окремих процедур, що складають комплект СОАІ.

Комплект СОАІ передбачає, що СОАІ підкріплені відповідними аналітичними і технічними обґрунтуваннями, які дають можливість оператору БЦУ більш глибоко і осмислено зрозуміти процес ліквідації порушень, описаний в СОАІ. Зазначені документи не входять до складу ІЛА РУ і використовуються оперативним персоналом БЦУ при початковій підготовці до самостійної роботи і підвищенні кваліфікації.

СОАІ призначені для управління РУ оперативним персоналом БЦУ при ліквідації порушень, що викликали досягнення умов спрацювання або спрацювання АЗ реактора і/або захистів САОЗ.

СОАІ розроблялися на основі підходу по оптимальному приведенню РУ в безпечний кінцевий стан, постійного контролю критичних функцій безпеки і, в разі необхідності, їх відновлення.

Цілі впровадження СОАІ - усунути або зменшити недоліки подієвих аварійних інструкцій, а саме забезпечити:

- ефективне управління енергоблоком АЕС при ліквідації порушень, що викликали досягнення умов спрацювання АЗ реактора і/або захистів САОЗ;
- представлення інструкцій у формі, зручній для використання при ліквідації порушень.

Використання процедур СОАІ має низку незаперечних переваг перед існуючими ІЛА: вони наочні і зручні у використанні, їх застосування виключає помилки операторів в стресовій ситуації і в умовах дефіциту часу.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 299 |

### 2.13.2.2 Аварійні плани

Основними документами, що регламентують питання захисту населення в разі виникнення аварії на Запорізькій АЕС, є:

- План реагування на радіаційні аварії на «Запорізькій АЕС» територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту Запорізької області [117];
- План реагування на радіаційні аварії на «Запорізькій АЕС» дніпропетровської територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту [118];
- План реагування на радіаційні аварії на ВП «Запорізька АЕС» територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту Херсонської області [119];
- План реагування на радіаційні аварії [120].

Плани регламентують порядок дій органів управління і сил територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту в разі виникнення аварії на Запорізькій АЕС, а також основні заходи щодо організації та проведення робіт, узгодження термінів їх виконання, виділення фінансових, матеріальних та інших ресурсів, необхідних для виконання цих заходів і робіт, відповідальних виконавців.

«Аварійний план ВП ЗАЕС» 00.ЧС.ПН.01-17 [115] (Далі «Аварійний план») визначає аварійну організаційну структуру ВП ЗАЕС, розподіл відповідальності та обов'язків щодо аварійного реагування, склад засобів аварійного реагування, склад зовнішніх організацій, які беруть участь в аварійному реагуванні, склад і порядок проведення заходів аварійного реагування на майданчику ВП ЗАЕС і в СЗЗ.

«Аварійний план» розроблений на підставі вимог ПН-А.0.03.192-12 [116] і узгоджений Держатомрегулювання з листом від 07.07.2014 №19-11/3-4371.

Один раз на три роки «Аварійний план» підлягає плановому перегляду. Внесення змін до «Аварійний план» здійснюється відповідно до встановленої на ВП ЗАЕС процедури внесення змін у виробничу документацію і проводиться методом заміни листів, введенням додаткових аркушів.

### 2.13.2.3 Аварійний запас матеріально-технічних ресурсів

Матеріальний резерв - це особливий запас матеріальних цінностей, призначених для першочергових робіт під час локалізації та ліквідації наслідків аварій і надзвичайних ситуацій на всіх об'єктах ВП ЗАЕС.

Перелік матеріально-технічних засобів матеріального резерву ВП ЗАЕС для попередження і ліквідації наслідків аварій і надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру наведено в 00.ЧС.ПЛ.02-16 [121].

Номенклатура, обсяги і норми накопичення матеріального резерву розробляються основними підрозділами ВП ЗАЕС, які експлуатують потенційно небезпечні об'єкти та об'єкти підвищеної небезпеки, з урахуванням їх особливостей. Номенклатура і обсяги матеріального резерву ВП ЗАЕС визначаються і затверджуються генеральним директором ВП ЗАЕС, узгоджуються територіальним органом ДСНС України.

Матеріальний резерв використовується тільки для:

- здійснення запобіжних заходів у разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 300 |

- ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та їх наслідків;
- проведення невідкладних відновлювальних робіт.

У разі, якщо обсяги матеріального резерву виявилися недостатніми, або були повністю використані в ході ліквідації надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру, Комісія з НС ВП ЗАЕС (штаб КАРП) направляє запит про допомогу в Комісію з НС ДП «НАЕК «Енергоатом».

Аварійний комплект створюють і підтримують у стані постійної готовності до застосування підрозділів, на базі яких створені аварійні групи та бригади.

Перелік матеріально-технічних засобів аварійного комплекту ВП ЗАЕС наведено в 00.ЧС.ПЛ.02-16 [121].

Номенклатура аварійного комплекту розробляється підрозділами окремо для кожної аварійної групи або бригади і для кожного робочого місця оперативного і чергового персоналу - в складі і кількості, що забезпечує виконання поставлених перед ними завдань і функцій при проведенні робіт під час аварії.

Аварійний комплект використовується тільки в разі ліквідації наслідків аварії. Використання матеріально-технічних засобів аварійного комплекту не за призначенням забороняється. Допускається, з метою підтримки в працездатному стані (проведення циклів «заряд- розряд»).

Для виконання робіт з ліквідації наслідків аварії, аварійно-відновлювальних робіт використовується все необхідне і наявне обладнання і матеріали, аварійний комплект і запаси матеріального резерву, а також техніка та спеціальне обладнання.

#### **2.13.2.4 Кризові центри**

Загальні вимоги до кризових центрів встановлені в НП 306.2.02/3.077-2003 [122].

Внутрішній кризовий центр ВП ЗАЕС - це комплекс спланованих і оснащених необхідним обладнанням приміщень, призначений для розміщення в ньому в разі аварії КАРП, штабу КАРП, групи інженерної підтримки (при відсутності окремого ЦТП), іншого аварійного персоналу, представників сторонніх організацій та забезпечення їх діяльності по реагуванню на аварії, захисту персоналу ВП ЗАЕС і населення.

Зовнішній кризовий центр ВП ЗАЕС має призначення, аналогічне внутрішньому кризовому центру, проте використовується в тих випадках, коли інженерні засоби захисту і системи життєзабезпечення не можуть забезпечити радіаційний захист персоналу внутрішнього кризового центру.

Для реалізації функції з підтримки персоналу БЩУ, експлуатаційного персоналу ВП ЗАЕС з управління аварією на ВП ЗАЕС створено центр технічної підтримки, який знаходиться на території станції і розміщується в захисній споруді №30884.

Внутрішній і зовнішній кризовий центр протягом аварії забезпечує населеність за рахунок ослаблення зовнішнього опромінення будівельними конструкціями і оснащення кризового центру необхідними інженерними системами і системами життєзабезпечення.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 301 |

Зовнішній кризовий центр ВП ЗАЕС розміщується поза зоною спостереження Запорізької АЕС у відповідності з технічним рішенням №00.ГТ.00.ТР8002А, узгодженим Держатомрегулюванням №16-18/1951 від 11.04.2006.

Кризові центри забезпечують можливість цілодобової роботи в них на протязі аварії. Для отримання верхніх оцінок матеріальних, технічних та інших ресурсів, необхідних для функціонування КЦ, а також для планування заходів щодо захисту персоналу КЦ тривалість аварії (час з моменту введення в дію аварійного плану і скасування дій по ньому) повинна бути не менше 30 діб<sup>1</sup>.

Відповідність кризових центрів ВП ЗАЕС вимогам НП 306.2.02/3.077-2003 [122] підтверджено наступними актами, узгодженими Держатомрегулювання:

- акт № 00.ЧС.00.АК.101 відповідності зовнішнього кризового центру ВП ЗАЕС поза зоною спостереження ВП ЗАЕС;
- акт № 00.ЧС.00.АК.102 відповідності внутрішнього кризового центру ВП ЗАЕС.

Наказом Держатомрегулювання від 09.12.2016 № 201 в НП 306.2.02 3.077-2003 «Вимоги до внутрішнього та зовнішнього кризових центрів АЕС» [122] були внесені зміни. Експлуатуючою організацією був розроблений «Зведений документованій аналіз відповідності умов та меж безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам НП 306.2.02/3.077-03 в редакції 2016 року». За результатами аналізу виявлено, що діяльність повністю відповідає умовам і межах безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам вищевказаного НП. Для Запорізької АЕС є деякі невідповідності за п. III.3 і п. V.8, які не впливають на рівень ядерної та радіаційної безпеки. Невідповідності стосувалися підтвердження сейсмостійкості ВКЦ і забезпечення мікроклімату для персоналу. На підставі проведеного аналізу були розроблені «Організаційно-технічні заходи ВП ЗАЕС з впровадження вимог НП 306.2.02/3.077-03 в редакції 2016 року», затверджені Першим віце-президентом ДП «НАЕК «Енергоатом» 30.08.2017р., зі змінами (Лист ДП «НАЕК «Енергоатом» від 02.07.2020 № 8659/03). На 30.06.2020 залишаються в процесі виконання заходи які увійшли до розділу 4. Також запланована позапланова перевірка відповідності зовнішнього кризового центру вимогам НП 306.2.02/3.077-2003 [122], та за необхідності розробка і виконання коригувальних заходів.

При оголошенні аварійної готовності, за рішенням КАРП (або НЗ АЕС), внутрішній КЦ може бути активізований повністю або частково. Центр технічної підтримки активізується для будь-якого класу аварії.

Кризовий центр вважається активізованим після прибуття в нього призначеного аварійного персоналу і при готовності систем і устаткування кризових центрів забезпечити виконання покладених на персонал функцій.

На вимогу керівництва експлуатуючої організації внутрішній кризовий центр ВП ЗАЕС і/або центр технічної підтримки можуть бути повністю або частково активізовані для надання допомоги іншим АЕС, в разі аварій на них.

Кризові центри ВП ЗАЕС оснащені такими основними системами:

<sup>1</sup> Це значення відповідає тривалості радіоактивного викиду, яка враховується в розрахунках можливих наслідків проектних аварій в документах Комісії з ядерного регулювання США (U.S. Nuclear Regulatory Commission Regulatory Guide 1.195 «Methods and Assumptions for Evaluating Radiological Consequences of Design Basis Accidents at Light-Water Nuclear Power Reactors», NRC, USA, May 2003).

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 302 |

- системи життєзабезпечення;
- апаратурою моніторингу виробничого середовища;
- засобами і системами зв'язку;
- ПТК системи передачі даних КЦ;
- допоміжним офісним обладнанням;
- іншими аварійно-технічними засобами КЦ.

Системи життєзабезпечення КЦ ВП ЗАЕС призначені для захисту персоналу АЕС від несприятливих факторів, підтримання нормальних умов роботи в КЦ АЕС.

Апаратура моніторингу виробничого середовища призначена для контролю радіаційної обстановки в приміщеннях ВКЦ і ЦТП, радіаційного захисту персоналу, а також для вимірювання концентрацій кисню (O<sub>2</sub>), оксиду вуглецю (CO) і вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), температури навколишнього середовища, тиску і відносної вологості.

Засоби і системи зв'язку забезпечують резервувати зв'язок між кризовими центрами ВП ЗАЕС, робочим місцем НЗ АЕС, БЩУ, РЩУ енергоблоків, ЦЩУ, щитами контролю РБ, ЦПК АСРК, з якого здійснюється контроль радіаційної обстановки на майданчику АЕС, в СЗЗ і ЗС.

Для інформаційної підтримки персоналу кризових центрів ВП ЗАЕС створена система збору, обробки, документування, зберігання, відображення і передачі даних (СПД). СПД забезпечує передачу по наземним і космічним каналах зв'язку даних АЕС в основний і резервний КЦ ДП «НАЕК«Енергоатом», ІКЦ Держатомрегулювання.

Центр технічної підтримки забезпечує підтримку персоналу БЩУ і експлуатаційного персоналу ВП ЗАЕС у разі виникнення аварії. У ЦТП розташована група інженерної підтримки. У ЦТП надходить необхідна інформація від систем контролю і управління енергоблоків, систем діагностики, СППБ, загальностанційних систем, додаткових датчиків і перетворювачів. Персонал ЦТП забезпечується необхідною експлуатаційною, технічною документацією, інструкціями з ліквідації аварій. Персонал ЦТП надає підтримку персоналу БЩУ також при управлінні важкими аваріями з метою: припинення пошкодження ядерного палива, підтримки цілісності гермооболонки і мінімізації радіоактивного викиду.

#### **2.13.2.5 Радіаційний контроль, що здійснюється системами АСРК**

Система радіаційного контролю ВП ЗАЕС забезпечує збір, обробку та надання інформації про радіаційні параметри технологічних середовищ, стану захисних бар'єрів на шляху поширення радіоактивних речовин. АСРК використовується також для своєчасного виявлення і класифікації радіаційних аварій та інших небезпечних подій на АЕС.

АСРК відповідно до 00.РБ.ХQ.Рг.01-15 [110] складається з:

- АСРК енергоблоків №1-4 «Вулкан»;
- ЦВІСРК енергоблоків №5, 6 і спецкорпусів на базі АКРБ-03;
- ВІС «Кольцо»;
- ВІС РК ССВЯП.

У 2015 році виконані роботи по реалізації заходу «Впровадження системи підтримки прийняття рішень у випадку радіаційної аварії (РОДОС)», в рамках спільного проекту U1.05/09 Європейської комісії та ДП «НАЕК «Енергоатом» з метою

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 303 |

створення сучасної системи підтримки прийняття рішень для екстреного реагування у випадках аварійних ситуацій на АЕС. Технічним рішенням №00.РБ.ХQ.ТP.11562 «О вводе в опытную эксплуатацию оборудования для реализации мероприятия «Реконструкция метеорологической площадки. Внедрение системы поддержания принятия решений в случае радиационной аварии (РОДОС)» від 25.12.2015 обладнання введено в експлуатацію.

Система РОДОС (RODOS - Real-Time On-line Decision Support System) призначена для екстреного реагування на ядерні та радіаційні аварії, ґрунтуючись на результатах чисельного прогнозу погоди (для моделювання атмосферної дисперсії радіонуклідів) з використанням онлайн-даних з систем радіаційного моніторингу навколо АЕС.

На підставі реальних метеорологічних даних система РОДОС моделює шляхи післяаварійних міграції радіонуклідів у всіх компонентах навколишнього середовища (атмосферний шлях, водний шлях і т.д.) і розрахунки відповідних дозових навантажень на населення.

До проведених робіт з модернізації елементів і систем енергоблока №5 ВП ЗАЕС і станції в цілому, пов'язаних з контролем радіаційної обстановки і аварійною готовністю, слід віднести:

- Захід КзПБ 14401 - «Модернізація системи радіаційного контролю (СРК) АЕС». Термін реалізації заходу для енергоблока №5 ВП ЗАЕС - 31.12.2020 р.;
- Захід КзПБ 14403 - «Впровадження системи щодо забезпечення збереження інформації в умовах проектних і запроектованих аварій (чорна скринька)» виконано;
- Захід КзПБ 14408. Відповідно до цього заходу до 31.12.2023 повинна бути реалізована інтеграція АСКРО АЕС України в єдину автоматизовану систему контролю радіаційної обстановки.

#### **2.13.2.6 Протиаварійні тренування та навчання**

З метою підвищення рівня аварійної готовності та оперативного реагування на можливі аварійні ситуації та аварії техногенного та природного характеру на об'єктах ВП ЗАЕС, згідно наказів ВП ЗАЕС «Про вдосконалення системи аварійної готовності у ВП ЗАЕС» від 09.12.2011 №1028, «Про внесення змін та доповнень у наказ від 09.12.2011 №1028» від 04.01.2012 №9 створені оперативні групи аварійного реагування зі складу оперативного персоналу (ЕЦ, ЕРП, ЕП, ЦТАВ, ЦТПК, ХЦ, ЦРБ, ЦЗДТУ, ГЦ).

Оперативний персонал, який залучається до робіт з оперативного реагування на аварійні ситуації на об'єктах ВП ЗАЕС до прибуття персоналу аварійних груп і бригад негайно реагує на аварійні ситуації. Очолюють групи Провідний інженер управління енергоблоком і начальник зміни ХЦ.

Склад аварійних груп і бригад ВП ЗАЕС на 2017 рік визначено наказом «Про призначення особового складу формувань ЦЗ (аварійних груп та бригад) ВП «Запорізька АЕС» у 2017 році» від 24.01.2017 №96.

Підготовка аварійного персоналу є невід'ємною функцією системи аварійного реагування ВП ЗАЕС щодо забезпечення аварійної готовності. Організація і проведення протиаварійних тренувань у ВП ЗАЕС проводиться відповідно до вимог положення 00.ВЛ.ПЛ.20-16 [123]. Відповідальними за підготовку персоналу ВП ЗАЕС з питань аварійної готовності та реагування є керівники структурних підрозділів.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 304 |

Підготовка персоналу АГІБ забезпечується відповідно до положення 00.ЧС.ПЛ.04-16 [124].

Навчання персоналу, що входить в аварійні групи та бригади ВП ЗАЕС проводиться у відповідності з «Програмою спеціального обучения работников ОП ЗАЭС, которые входят в состав аварийных групп и бригад (объектовых формирований гражданской защиты)».

До практичної підготовки аварійного персоналу відноситься проведення планових і позапланових протиаварійних тренувань (ПАТ).

Наказом ВП ЗАЕС з підготовки та проведення загальностанційного тренування передбачається участь в тренуванні, в якості спостерігачів, інструкторського складу НТЦ, який займається підготовкою аварійного персоналу.

Персонал ВП ЗАЕС відповідно до методики МТ-К.0.03.419-10 [125] бере участь в наступних протиаварійних тренуваннях:

- спільне з Дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом» загальностанційне протиаварійне тренування;
- загальностанційне протиаварійне тренування;
- цехове протиаварійне тренування;
- блокове протиаварійне тренування;
- тренування аварійних груп (бригад);
- індивідуальне протиаварійне тренування.

Основною метою протиаварійного тренування є перевірка готовності персоналу самостійно, оперативно і правильно виконувати дії в аварійному режимі експлуатації АЕС, перевірка знань і навичок аварійного та оперативного персоналу по локалізації та ліквідації аварій і НС, в тому числі в умовах виникнення радіаційної аварії та ліквідації її наслідків, відпрацювання взаємодії з зовнішніми залученими організаціями.

При проведенні протиаварійних тренувань виявляються недоліки і розробляються рекомендації, спрямовані на підвищення надійності експлуатації обладнання, вдосконалення навичок прийняття рішень при ліквідації аварії, методів проведення тренувань.

Завданнями протиаварійних тренувань є:

- систематична перевірка здатності і готовності персоналу швидко і правильно орієнтуватися в аварійних режимах;
- вироблення навичок дій відповідно до планів, правил та інструкцій;
- навчання персоналу способам попередження аварійних станів і ліквідації наслідків аварій;
- відпрацювання взаємодії персоналу в зміні, а також з пожежним, медичним персоналом, членами інших формувань;
- перевірка вміння надавати долікарську допомогу, звільняти потерпілого від дії електричного струму, користуватися засобами індивідуального захисту.

У період 14-15.11.2018 року на ВП ЗАЕС було проведено спільне з Дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом» планове загальностанційне протиаварійне тренування. За результатами спільного тренування розроблено заходи щодо усунення недоліків.



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 305 |

Інформація про коригувальні заходи та стан їх виконання представлена в Табл. 2.21. Проблемних питань забезпечення фактора безпеки не виявлено.

Табл. 2.21 План коригуючих заходів щодо усунення недоліків, виявлених у ході проведення спільного з Дирекцією ДП «НАЕК «Енергоатом» загальностанційного протиаварійного тренування на ВП ЗАЕС в період з 14-15 листопада 2018 року.

| № п/п | Зауваження, пропозиції  | Заходи щодо усунення зауважень  | Відповідальний виконавець | Термін виконання заходу                |
|-------|---|---|---------------------------|--|
| 1     | 2   | 3   | 4                         | 5                                      |
| 1     | У ході проведення СЗПТ на факси ВКЦ ВП ЗАЕС надходило багато надлишкової документації від інших АЕС, яка значно ускладнювала роботу бригади діловодства   | Навпроти лист до ДП «НАЕК «Енергоатом» з пропозицією щодо обмежень або конвертизації документації від інших АЕС, яка буде надходити до ВКЦ у разі радіаційної аварії або у період проведення тренування | УПАГР                     | 14.03.2019<br>(виконано)               |
| 2     | У бланках документів, що надавалися членам бригади діловодства на реєстрацію та відправку, не заповнювалось поле «адресат», що уповільнювало процес відправки документів  | Обов'язково заповняти у бланках документів поле «адресат»   | Члени штабу<br>КАРМ       | постійно                               |
| 3     | В приміщенні №035 ВКЦ, у якому розміщується група інформаційного забезпечення та зв'язку з зовнішніми організаціями, встановити настінний годинник (для точнішого фіксування часу у документах що надаються на реєстрацію)  | Встановити в приміщенні №035 ВКЦ настінний годинник   | УПАГР                     | 30.12.2019<br>(виконано)               |
| 4     | У бланках створених документів необхідно фіксувати час вручну, а не за допомогою комп'ютерного набору   | Фіксування часу у створених документах закріпити за членами бригади діловодства на етапі реєстрації   | ЗВ                        | постійно                               |
| 5     | Всі члени аварійних груп та бригад, а також члени штабу КАРМ, повинні в обов'язковому порядку всю відпрацьовану документацію, з особистими підписами виконавців, по закінченню кожного дня СЗПТ надавати до бригади діловодства (з метою організації контролю за ходом виконання доручень та передачі документації та журналів обліку документів фахівцю УПАГР для підготовки | По закінченню кожного дня СЗПТ надавати до бригади діловодства всю відпрацьовану документацію з особистими підписами виконавців   | Члени штабу<br>КАРМ       | Постійно у період проведення тренувань |

| ДП НАЕК         |  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   |                                | ВП ЗАЕС   |
|-----------------|--|--|--------------------------------|---|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  |  |                                | Стр. 306  |
| № п/п           | Зауваження, пропозиції   | Заходи щодо усунення зауважень   | Відповідальний виконавець      | Термін виконання заходу   |
|                 | звіту за результатами СЗПТ)  |  |                                |   |
| 6               | Після того, як вхідний документ буде відпрацьовано членом штабу КАРМ і на нього буде підготовлена відповідь, надати даний документ на реєстрацію у бригаду діловодства тільки разом із вхідним документом  | Надати відпрацьований документ на реєстрацію у бригаду діловодства тільки разом із вхідним документом  | Члени штабу КАРМ               | постійно  |
| 7               | <p>При розробці сценаріїв посліду-ючих СЗПТ відображати повну втрату комунікації та зв'язку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для окремих підрозділів або частин території;</li> <li>- будівель, об'єктів та проммайданчику;</li> <li>- повну втрату освітлення;</li> <li>- втрату контролю за частиною важливих параметрів активної зони реактору.</li> </ul> <p>Розглянути розвиток подій в се-редині ГО та у басейнах витримки відпрацьованого палива в умовах довгострокового зне-струмлення.</p> <p>Врахувати використання як вну-тришнього, так і зовнішнього кри-зових центрів АЕС з метою реал-ьного відпрацювання перемі-щення штабу КАРМ та перевірки працездатності всіх систем життя забезпечення.</p> | <p>При розробці сценаріїв послі-дуючих СЗПТ відображати повну втрату комунікації та зв'язку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для окремих підрозділів або частин території;</li> <li>- будівель, об'єктів та проммайданчику;</li> <li>- повну втрату освітлення;</li> <li>- втрату контролю за части-ною важливих параметрів активної зони реактору.</li> </ul> <p>Розглянути розвиток подій в середині ГО та у басейнах витримки відпрацьованого палива в умовах довгостроко-вого знеструмлення.</p> <p>Врахувати використання як внутришнього, так і зовніш-нього кризових центрів АЕС з метою реального відпрацю-вання переміщення штабу КАРМ та перевірки працездатності всіх систем життєзабе-зпечення.</p> | НТЦ, СГТ, СГД, ЦРБ, САБ, УПАГР | Постійно при розробці сценаріїв СЗПТ  |
| 8               | При проведенні робіт з пожежогасіння (умовно) у ВП ЗАЕС підрозділам ДСНС України передбачити процедуру зменшення витрат часу на видачу індивідуальних дозиметрів   | Процедура видачі індивідуальних дозиметрів передбачена «Інструкцією про організацію індивідуального дозиметричного контролю в органах управління та підрозділах МНС», затвердженої наказом МНС України №85 від 21.02.2007  | 31-ДПРЧ                        | виконано  |
| 9               | Продовжувати впровадження модулів тяжких аварій на повномасштабних тренажерах ВП ЗАЕС з посліду-ючим включенням до сценаріїв СЗПТ відпрацювання персоналом БЩУ, ПП та штабу КАРМ у частині управління важкими аваріями   | Впровадити модулі важких аварій на повномасштабному тренажері ЕБ-1 ВП ЗАЕС з посліду-ючим включенням до сценаріїв СЗПТ відпрацювання персоналом БЩУ, ГП та штабу КАРМ у частині управління важкими аваріями  | НТЦ                            | Згідно з термінів встановлених «Програмою модернізації ПМТ енергоблоків АЕС на 2016-2020 рік» |
| 10              | Змінити порядок планування та проведення протиаварійних  | У ВП ЗАЕС порядок планування та проведення   | УПАГР                          | виконано  |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 307 |

| № п/п | Зауваження, пропозиції   | Заходи щодо усунення зауважень   | Відповідальний виконавець | Термін виконання заходу  |
|-------|--|--|---------------------------|--------------------------|
|       | тренувань, а саме:<br>– у ході підготовки тренувань забезпечити конфіденційність сценарію СЗПТ та не розголошення умов аварії та ввідних до тренування;<br>– ввести до практики проведення раптових тренувань АГтаБ. Ввідні розробляти окремим розділом, запечатувати у конверти, на конвертах вказувати час та місце розкриття додаткових ввідних | протиаварійних тренувань передбачає забезпечення конфіденційності сценарію СЗПТ та не розголошення умов аварії, а також ввідних до тренування. Також на ВП ЗАЕС існує практика «раптових» тренувань АГтаБ при проведенні яких розробляються додаткові ввідні, які запечатуються у конверти із вказівкою часу та місця розкриття додаткових ввідних   |                           |                          |
| 11    | Розробити порядок організації позмінної роботи штабу КАРМ та ввести відповідні зміни до Регламенту функціонування кризових центрів ВП АЕС  | Порядок організації позмінної роботи штабу КАРМ розроблено та приведено у додатку Д «Положення про Комісію ВП ЗАЕС з надзвичайних ситуацій (штабу КАРМ) 00.ЧС.ПЛ.05-16   | УПАГР                     | виконано                 |
| 12    | Переглянути (при необхідності розробити нові) типові форми наказів, інформаційних повідомлень, розпоряджень, запитів   | Направити свої пропозиції у ДП «НАЕК «Енергоатом» щодо розроблення нових форм наказів, інформаційних повідомлень, розпоряджень, запитів  | УПАГР                     | 14.03.2019<br>(виконано) |
| 13    | Ввідні з тренування розробляти завчасно та вручати виконавцям безпосередньо або через контролюючих осіб у ході тренування у вигляді заповненого бланку та розпорядження  | Ввідні з тренування розробляються завчасно та вручаються виконавцям безпосередньо або через контролюючих осіб у ході тренування у вигляді заповненого бланку та розпорядження, відповідно до п.5.10.2 «Методики з підготовки, організації та проведення протиаварійних тренувань у відокремлених підрозділах ДП «НАЕК «Енергоатом» МТ-К.0.03.419-16, а також п.4.2.9.1 «Положення про підготовку, проведення, та оцінювання спільних загально-станційних тренувань» ПЛ-Д.0.03.480-15 | УПАГР                     | виконано                 |

| ДП НАЕК         |  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   |  | ВП ЗАЕС                      |
|-----------------|--|--|--|------------------------------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  |  |  | Стр. 308                     |
| № п/п           | Зауваження, пропозиції   | Заходи щодо усунення зауважень   | Відповідальний виконавець  | Термін виконання заходу      |
| 14              | Продовжити практику відпрацювання персоналом АГтаБ питань усунення аварій на обладнанні з використанням обладнання, яке знаходиться у ремонті в приміщеннях майстерень, а також відпрацювання дій (за схемами)   | У ході проведення протиаварійних тренувань персонал АГтаБ постійно відпрацьовує питання усунення аварій на обладнанні з використанням обладнання, яке знаходиться у ремонті в приміщеннях майстерень, а також відпрацювання дій (за схемами)   | ГЦ, ВЯБ, УБ, ХЦ, ЦРЮ, ЦД, ЦТПК, ЦТАВ, ЕЦ, ЕРП  | виконано                     |
| 15              | У графіки протиаварійних тренувань АГтаБ передбачити проведення протиаварійних тренувань одночасно кількох аварійних груп та бригад для відпрацювання питань взаємодії   | Проведення протиаварійних тренувань одночасно кількох аварійних груп та бригад для відпрацювання питань взаємодії передбачаються п.14.3.1 «Положення про аварійні групи та бригади ВП «Запорізька АЕС», у темниках тренувань АГтаБ ВА ЗАЕС на 2019 рік передбачається питання взаємодії кількох аварійних груп та бригад | ЗВ, ВЯБ, ВРХЛ, ВСТ, ГЦ, СОНС, СФЗ, ТЦ, УБ, УВТК, УРЗМІ, УСП, УЗтаФО, ЦД, ЦРБ, ЦТАВ, ЦТПК, ЦЗДТУ, ХЦ, ЕРП, ЕЦ | виконано                     |
| 16              | У темнику програм протиаварійних тренувань персоналу аварійної групи інженерної підтримки включити відпрацювання питань взаємодії з НЗ АЕС, НЗЕБ   | Програми протиаварійних тренувань персоналу аварійної групи інженерної підтримки передбачають відпрацювання питань взаємодії з НЗ АЕС, НЗЕБ, згідно Р.6.7 «Положення про групу інженерної підтримки» 00.ГТ.ПЛ.03-16  | СГТ  | виконано                     |
| 17              | Розробляти організаційно-технічні заходи вдосконалення системи оповіщення та зв'язку з метою забезпечення виконання заходів організації оповіщення у встановлені терміни та зменшення навантаження на НЗ АЕС   | Процедура оповіщення та зв'язку передбачена в Аварійному плані ВП ЗАЕС 00.ЧС.ПН.01-17 у розділі 7 частини I, у картки дій КДО-01 «ОПОВІЩЕННЯ» частини II та у Додатку №13 схема оповіщення частини III   | СГД, ЦЗДТУ   | виконано                     |
| 18              | З метою якісної оцінки та прогнозування розвитку радіаційного стану для розробки рекомендації місцевим органом виконавчої влади з прийняття контр мір для населення, періодично (не рідше 1 разу на півріччя) проводити персоналу КАДО ТА RODOS протиаварійні тренування | Проводити для персоналу КАДО та RODOS протиаварійні тренування (не рідше 1 разу у півріччя)  | ЦРБ  | Виконується 1 раз у півріччя |
| 19              | Забезпечення організації та реалізації заходів аварійної готовності, в тому числі – підготовку та  | При підготовці та проведенні СЗПТ виконувати рекомендації викладені у  | СГТ, НТЦ, ЦРБ, СГД   | постійно                     |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 309 |

| № п/п | Зауваження, пропозиції  | Заходи щодо усунення зауважень  | Відповідальний виконавець | Термін виконання заходу |
|-------|---|---|---------------------------|-------------------------|
|       | проведення протиаварійних тренувань, здійснювати з дотриманням рекомендаційних тренувань, викладених у «Сообщениях о значительном опыте эксплуатации» WANO SOER 2002-1 «Сложные погодные условия», SOER 2002-2 «Надежность аварийного электроснабжения» та SOER 2011-2 «Повреждение топлива на АЭС Фукусима-Дайчи, вызванное землетрясением и цунами» SOER 2011-4 «Безотлагательные действия по принятию мер при длительной потере всех источников электроснабжения переменного тока», «Взаимосвязь между безопасностью и физической безопасностью на АЭС» INSAG-24 | «Сообщениях о значительном опыте эксплуатации» WANO SOER 2002-1 «Сложные погодные условия», SOER 2002-2 «Надежность аварийного электроснабжения» та SOER 2011-2 «Повреждение топлива на АЭС Фукусима-Дайчи, вызванное землетрясением и цунами» SOER 2011-4 «Безотлагательные действия по принятию мер при длительной потере всех источников электроснабжения переменного тока» «Взаимосвязь между безопасностью и физической безопасностью на АЭС» INSAG-24 |                           |                         |

У 2017 році 16 листопада проводилося загальностанційне протиаварійне тренування на ВП ЗАЕС на тему «Комунальна аварія на енергоблоці №1, яка виникла в результаті надзвичайної геологічної ситуації і призвела до витікання теплоносія першого контуру з накладенням відмов САОЗ, порушенням герметичності гермооболонки, відмов систем основного і резервного електропостачання АЕС». Підготовлено та оброблені акти перевірки готовності персоналу цехів і підрозділів в ВП «Запорізька АЕС» в ході проведення загальностанційного протиаварійного тренування. За результатами проведеного тренування розроблено заходи щодо усунення недоліків. Інформація про коригувальні заходи та стан їх виконання представлена в Табл. 2.22. Проблемних питань забезпечення фактора безпеки не виявлено.

Табл. 2.22 План коригувальних заходів щодо усунення недоліків, виявлених в ході проведення загальностанційного протиаварійного тренування в ВП ЗАЕС 16 листопада 2017 року

| № п/п | Зауваження та пропозиції, отримані в ході ЗПАТ   | Найменування заходів  | Відповідальний виконавець | Термін виконання         |
|-------|--|---|---------------------------|--------------------------|
| 1     | При оповіщенні черговим телефоністом не було проведено оповіщення по стаціонарній телефонній мережі і мобільному зв'язку, а також не був проведений запуск електросирен. | 1.1 Перевірити список оповіщення на робочому місці чергового телефоніста.   | ЦЗДТУ, УПАГР              | 15.01.2018<br>(Виконано) |
|       |  | 1.2 Провести черговому телефоністові позаплановий інструктаж про порядок оповіщення на випадок радіаційної аварії або іншої НС. | ЦЗДТУ                     | 15.01.2018<br>(Виконано) |
| 2     | Не якісна чутність з комутатора гучномовного зв'язку «Рябина» з приміщення 033 ВКЦ ВП  | 2 Забезпечити якісну чутність з комутатора гучномовного зв'язку «Рябина» з приміщення №033 ВКЦ ВП ЗАЕС при запуску радіовузла і | ЦЗДТУ                     | постійно                 |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 310 |

| № п/п | Зауваження та пропозиції, отримані в ході ЗПАТ  | Найменування заходів  | Відповідальний виконавець | Термін виконання         |
|-------|---|---|---------------------------|--------------------------|
|       | ЗАЕС при запуску радіовузла і командно-пошукового зв'язку.  | командно-пошукового зв'язку.  |                           |                          |
| 3     | У ЦТП відсутній факсимільний зв'язок, для передачі інформації від ГПП в штаб КАРП.  | 3.1 Забезпечити ЦТП апаратом факсимільного зв'язку.   | ЦЗДТУ, УПАГР              | 15.01.2018<br>(Виконано) |
|       |   | 3.2 Підготувати телефонний довідник абонентів ВКЦ.  | УПАГР                     | 30.01.2018<br>(Виконано) |
| 4     | Відсутня можливість здійснювати трикрокову комунікацію в ситуації з великою кількістю одночасних доповідей і розпоряджень.  | 4 Проаналізувати можливість внесення зміни в «Інструкцію по производству оперативных переключений и переговоров, оповещение персонала и отдачи распоряжений на ЗАЭС» 00.ГД.ИН.02-15 для визначення порядку ведення переговорів при виникненні аварійної ситуації. | СГД                       | 30.03.2018<br>(Виконано) |
| 5     | Внести зміни в документацію, щоб уникнути помилкового тлумачення однакової аббревіатури різних термінів МНУ (машиніст насосних установок і мобільна насосна установка). | 5 Проаналізувати можливість внесення змін до ТД щоб уникнути помилкового тлумачення однакової аббревіатури різних термінів МНУ (машиніст насосних установок і мобільна насосна установка).  | ЕП                        | 30.03.2018<br>(Виконано) |
| 6     | Розробити інструкцію з організації пункту санітарної обробки техніки на базі мийки ТЦ.  | 6 Виконати розробку «Порядка выполнения дезактивации транспорта в помещении механизированной мойки транспортного цеха».   | ЗГІ ЗО, ЦД, ТЦ            | 30.03.2018<br>(Виконано) |
| 7     | Розробити пам'ятку члена штабу КАРП на випадок радіаційної аварії.  | 7 Розробити пам'ятку члена штабу КАРП на випадок радіаційної аварії.  | УПАГР                     | 30.05.2018<br>(Виконано) |
| 8     | Провести навчальне заняття з членами комісії з НС (штабу КАРП) по організації інформаційного обміну між учасниками аварійного реагування                                | 8 Організувати і провести навчальне заняття з членами комісії з НС (штабу КАРП) по організації інформаційного обміну між учасниками аварійного реагування.  | УПАГР, ЗВ, ВТС            | 30.04.2018<br>(Виконано) |
| 9     | При підготовці сценарію для ЗПАТ або СЗПТ планувати вступні про перевірку систем життєзабезпечення внутрішнього ВКЦ.  | 9 Планувати вступні по перевірці систем життєзабезпечення внутрішнього кризового центру.  | УПАГР                     | постійно                 |
| 10    | Встановити в прим. 033 ВКЦ на робочому столі бригади діловодства настільну лампу.   | 10 Встановити в прим. №033 ВКЦ на робочому столі бригади діловодства настільну лампу.   | УПАГР                     | 31.01.2018<br>(Виконано) |

### 2.13.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-13 «Аварійна готовність і планування»

За результатами аналізу системи аварійної готовності та реагування можна зробити наступні висновки:

|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 311 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• відповідно до вимог ЄДС ЦЗ розроблено, затверджено та введено в дію в установленому порядку наступні аварійні плани: <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Аварійний план ОП «Запорожская АЭС»;</li> <li>- План реагування на радіаційні аварії на Запорізькій АЕС територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту Запорізької області [117];</li> <li>- План реагування на радіаційні аварії на Запорізькій АЕС дніпропетровської територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту [118];</li> <li>- План реагування на радіаційні аварії на ВП «Запорізька АЕС» територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту Херсонської області [119];</li> <li>- План реагування на радіаційні аварії [120];</li> </ul> </li> <li>• на основі «Аварійного плану» для кожного підрозділу ВП ЗАЕС розроблені відповідні аварійні плани. «Аварійний план» переглядається з періодичністю один раз на три роки. Існуючий в даний час «Аварійний план» узгоджений Держатомрегулювання;</li> <li>• у ВП ЗАЕС створено і підтримується в стані готовності аварійний комплект (об'єктовий матеріальний резерв і аварійні комплекти аварійних груп, бригад) контрольно-вимірювальних приладів і обладнання, засобів індивідуального захисту, засобів дезактивації та санітарної обробки, інструментів і пристосувань, спеціальної техніки, транспортних засобів і інших аварійно-технічних засобів з метою його екстреного використання в разі аварії на АЕС. Один раз на рік комісія, створена за розпорядженням генерального директора, перевіряє наявність, стан, номенклатуру і умови зберігання аварійного комплекту; <ul style="list-style-type: none"> <li>• комплект документації, необхідний для застосування в разі виникнення аварійних ситуацій і аварій на енергоблоках ВП ЗАЕС, є достатнім і містить в собі перелік всіх необхідних дій персоналу в залежності від стану енергоблока;</li> <li>• у ВП ЗАЕС створено зовнішній і внутрішній кризові центри, які оснащені сучасними засобами діагностики та контролю радіаційних параметрів і укомплектовані необхідною кількістю документації та штатного персоналу. Персонал кризових центрів забезпечений аварійною документацією. За результатами аналізу відповідності діяльності ВП ЗАЕС НП 306.2.02 / 3.077-2003 «Вимоги до внутрішнього та зовнішнього кризових центрів АЕС» в редакції 2016 року виявлено, що діяльність повністю відповідає умовам і меж безпечного виконання дозволених видів діяльності вимогам вищевказаного НП. Але є деякі невідповідності, які не впливають на рівень ядерної та радіаційної безпеки, також необхідно виконати перевірку зовнішнього кризового центру. Визначені проблемні питання і запропоновані коригувальні заходи;</li> <li>• розроблений і діє регламент 00.ЧС.РГ.02-16 [126], який визначає форми і режими інформаційної взаємодії учасників аварійного реагування, склад інформації, що передається з кризових центрів ВП ЗАЕС, порядок підготовки, реєстрації, передачі та прийому інформації в КЦ, порядок інформаційного обміну КЦ ВП ЗАЕС з кризовими центрами рівня Дирекції ДП «НАЕК» Енергоатом», іншими зацікавленими органами, які беруть участь в аварійному реагуванні. Створено підсистеми передачі і відображення даних ВП ЗАЕС в ІКЦ Держатомрегулювання. Організовано робочі місця представників Держатомрегулювання України, ДСНС України в кризових центрах ВП ЗАЕС, оснащені засобами зв'язку з цими органами;</li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 312 |

- готовність адміністрації АЕС і персоналу енергоблока до дій по захисту персоналу і навколишнього середовища в разі виникнення надзвичайної ситуації:

- введена в дію і функціонує у всіх режимах експлуатації АСРК, яка забезпечує безперервний автоматичний контроль радіаційної обстановки на майданчику ВП ЗАЕС, в санітарно-захисній зоні, зоні спостереження в умовах нормальної експлуатації та в разі аварії на ВП ЗАЕС. АСРК забезпечує контроль радіаційних параметрів стану захисних бар'єрів, що локалізують радіоактивність або перешкоджають її поширенню, а також - контроль радіаційної обстановки на шляхах евакуації персоналу при радіаційній аварії, з видачею інформації на оперативні робочі місця і робочі місця керівників. АСРК створена як система раннього виявлення радіаційних аварій;

- для підготовки персоналу ВП ЗАЕС до дій в умовах аварії, вдосконалення його знань і навичок з ліквідації наслідків аварії періодично проводяться протиаварійні тренування. Порядок організації проведення протиаварійних тренувань у ВП ЗАЕС визначено МТ-К.0.03.419-10 [125] і відповідними ОРД ВП ЗАЕС.

Виходячи з наведеного вище можна зробити висновок, що система аварійної готовності та планування ВП ЗАЕС відповідає нормативним вимогам і підтримується на достатньому рівні на постійній основі. Вона забезпечує готовність до швидкого і компетентного реагування на аварії та надзвичайні ситуації на АЕС. Оскільки система аварійної готовності поширюється на всі потенційно небезпечні об'єкти і енергоблоки ВП ЗАЕС, енергоблок № 5 можна розглядати в якості одного з об'єктів, на який безпосередньо, в разі необхідності, можуть бути спрямовані дії з боку існуючої САР ВП ЗАЕС, як в даний час, так і в майбутньому. Таким чином, з боку САР ВП ЗАЕС відсутні перешкоди, що стосуються позитивного вирішення питань про можливість експлуатації енергоблока № 5 ВП ЗАЕС понадпроектний термін, як мінімум до наступної періодичної переоцінки безпеки.

#### **2.14 Фактор безпеки №14 «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище»**

Метою аналізу цього фактора безпеки є демонстрація того, що на АЕС існує і реалізовується програма контролю радіаційного впливу на навколишнє середовище і що цей вплив не перевищує нормативних меж.

Детальний аналіз фактора безпеки розглянуто в документі ЗППБ «ВП ЗАЕС. Фактор безпеки № 14. Вплив експлуатації на навколишнє середовище. 21.5.59.ОППБ.14» [127].

##### **2.14.1 Підходи і обсяг аналізу по фактору «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище»**

Завданням написання звіту з фактору безпеки «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище» є:

- опис існуючої системи радіаційного контролю впливу ЗАЕС на навколишнє середовище, здійснюваних заходів щодо модернізації цієї системи, подання на підставі результатів моніторингу інформації про фактичний вплив АЕС на навколишнє середовище;

- проведення порівняльного аналізу результатів фактичного впливу ЗАЕС на навколишнє середовище з встановленими межами;



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 313 |

- подання інформації про діяльність, спрямовану на зниження радіаційного впливу АЕС на навколишнє середовище, і про відсутність передумов для перевищення встановлених меж в період понадпроектної експлуатації.

Основним інструментом для отримання інформації про стан цього фактора безпеки і його аналізу є інформаційна система оцінки поточного рівня безпеки (ІС ПРБ), розроблена в ДП «НАЕК» Енергоатом» на підставі і відповідно до галузевого стандарту «Система оценки уровня эксплуатационной безопасности и технического состояния атомных электрических станций с водо-водяными энергетическими реакторами» СТП 0.41.066-2006 [78].

Критерієм позитивної оцінки даного фактора є відповідність значень показників експлуатаційної безпеки допустимим і нормованим значенням, встановленим органами державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки, а також експлуатуючою організацією.

В якості оцінки для даного фактора встановлені наступні критерії:

- на ЗАЕС діє ефективна система контролю радіаційного впливу АЕС на навколишнє середовище;
- фактичний вплив АЕС на навколишнє середовище не перевищує встановлені межі і відсутні передумови для перевищення меж в період понадпроектної експлуатації;
- ЗАЕС проводить планомірну діяльність, спрямовану на зниження радіаційного впливу АЕС на навколишнє середовище.

## **2.14.2 Результати оцінки**

### **2.14.2.1 Існуючі на ЗАЕС джерела радіаційного впливу на навколишнє середовище**

Основними джерелами радіаційної небезпеки в ВП ЗАЕС є:

- реактор, включаючи внутрішньокорпусні пристрої, активний теплоносій;
- басейн витримки і перевантаження;
- відпрацьоване ядерне паливо;
- трубопроводи і обладнання першого контуру (циркуляційні насоси, парогенератори, компенсатор тиску, засувки і т. д.);
  - системи спеціального водоочищення і її обладнання;
  - забруднені радіоактивними речовинами трубопроводи і обладнання вентиляційних систем і спецгазоочистки;
  - деталі і механізми СУЗ, датчики КВП і радіаційного контролю, безпосередньо пов'язані з вимірами параметрів першого контуру;
  - РАВ;
  - радіоактивні джерела, що поставляються для технічних потреб (для дефектоскопії, повірки та градування апаратури та ін.).

При експлуатації АЕС в нормальному режимі забезпечується локалізація основної кількості радіоактивних продуктів в реакторній установці і в спеціальних системах водо- і газоочистки. Однак, по ряду причин, незначна частина радіонуклідів все ж виходить в навколишнє середовище.

Величина надходження радіоактивних речовин в навколишнє середовище, в основному, обумовлена виходом радіоактивних газів з деаераторів підживлення і баків

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 314 |

організованих протікань, а також через можливі нещільності в різних технологічних системах, що містять радіоактивні речовини. Для зниження активності викиду виконується очищення радіоактивного повітря на спеціальних фільтрах, встановлених в вентиляційних системах, після очищення в системі спецгазоочистки (СГО) газова суміш викидається в венттрубу.

При порушенні герметичності парогенераторів продукти ділення надходять в теплоносій другого контуру, а у разі порушення герметичності 2-го контуру можливе попадання радіоактивних речовин у виробничі приміщення зони «вільного» режиму і через систему дренажів обладнання машзалу і дренажів підлоги машзалу в навколишнє середовище в ставок-охолоджувач ЗАЕС.

Потенційно можливим джерелом радіоактивних скидів може бути скидання вод, що надходять з контрольних баків системи переробки трапних вод TD і TR (СВО-3), системи очищення вод спецпалень ТХ (СВО 7), в бризкальні басейни відповідальних споживачів групи «А» і при їх продуванні з водами промзливої каналізації в ставок-охолоджувач ЗАЕС.

Основними складовими іонізуючого випромінювання, від якого обслуговуючий персонал атомної станції отримує основні дозові навантаження, є:

- нейтронне і гамма-випромінювання активної зони реактора;
- захватне гамма-випромінювання від корпусу реактора і внутрішньокорпусних пристроїв;
- випромінювання теплоносія I контуру;
- випромінювання продуктів корозії, що відклалися на внутрішніх поверхнях I контуру;
- випромінювання середовищ, що переробляються на установках спеціального водоочищення і спецвентиляції;
- випромінювання від твердих і рідких РАВ.

#### **2.14.2.2 Граничні величини скидів і викидів радіонуклідів в режимі нормальної експлуатації енергоблоків і АЕС в цілому**

Перелік радіонуклідів і значення допустимого викиду (ГВі) для ВП ЗАЕС визначається чинним в ВП ЗАЕС документом «Допустимый газо-аэрозольный выброс Запорожской АЭС (радиационно-гигиенический регламент первой группы)» 00.РБ.ХQ.Рг.04-12 [128], введеним Вказівкою ОJ-224 від 04.03.2013г.

Допустимий викид встановлюється на основі квоти ліміту дози (відповідно до пп. 5.5.5 - 5.5.6 НРБУ-97 [13]) і вихідних даних, які є специфічними для АЕС. Допустимий викид не залежить від кількості енергоблоків АЕС, які знаходяться в експлуатації і їх потужності.

Перевищення допустимого викиду при нормальному режимі експлуатації АЕС не допускається (відповідно до п. 5.5.7 НРБУ-97 [13]).

Числові значення меж викиду встановлені в документі [128], наведені в Табл. 2.23, розраховані відповідно до документа «Порядок установления допустимых уровней сбросов и выбросов АЭС Украины (радиационно-гигиенические регламенты I группы). Методические указания» от 01.08.2002р.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 315 |

З 31.01.2017 року в ВП ЗАЕС введені в дію «Контрольні рівні викидів та скидів радіоактивних речовин і доз опромінення персоналу категорії «А» ВП «Запорізька АЕС (радіаційно-гігієнічний регламент першої групи)» 00.РБ.ХQ.Рг.07-16.

Адміністративно-технологічні рівні встановлені документом «Положение об АТ-У радиационных параметров на АЭС» ПЛ-Д.026.347-05 наказом АЛ-381 від 12.04.05 (продовжено термін дії до 28.03.2020, повідомлення № 26-01-17-П від 17.02.2017).

Контрольні та адміністративно-технологічні рівні наведені в Табл. 2.23.

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 316 |

Табл. 2.23 Встановлені в ВП ЗАЕС допустимі (ДР), контрольні (КР), адміністративно-технологічні (А-ТР) рівні викидів

| Найменування документа   | Умова встановлення   | Контроль  | Радіонуклід (група нуклідів)   | Значення  | Введений в ВП ЗАЕС             |
|--|--|---|--|---|--------------------------------|
| Допустимий газозольний виброс Запорожской АЭС (радиационно-гигиенический регламент I группы) 00.РБ.XQ.Рг.04-12   | Встановлений таким чином, щоб не перевищувати величину 40 мкЗв/рік (межа дози) для населення на границі СЗЗ за рахунок усіх шляхів формування дози з урахуванням місцевих метеорологічних параметрів.<br>Величина допустимого викиду не залежить від кількості енергоблоків, що перебувають в експлуатації | Допустимий викид не перевищується, якщо виконуються дві наступні нерівності:<br>$\sum_{i=1}^3 \frac{B_i}{PB_i} \leq 1 \quad (a)$ $\sum_{i=2}^{16} \frac{\bar{B}_i}{PB_i} \leq 1 \quad (б)$ де $B_i$ – фактичний добовий викид $i$ -го радіонукліду (групи радіонуклідів, нормованої як один вид забруднення);<br>$\bar{B}_i$ – середній за календарний місяць (або інший період) добовий викид $i$ -го радіонукліду (групи радіонуклідів);<br>$PB_i$ – межа викиду $i$ -го радіонукліду (групи радіонуклідів).<br>Невиконання хоча б одного з нерівностей означає перевищення величини ДВ.<br>Підсумовування у формулі (а) здійснюється по трьом групам радіонуклідів: ДІН, ІРГ та радіойоди.<br>Підсумовування у формулі (б) здійснюється по п'ятнадцяти радіонуклідам (групам радіонуклідів).<br>Якщо значення фактичного викиду нижче МВА, то використовується значення, відповідне до половини МВА даного радіонукліда.<br>Контроль ДІН, ІРГ та радіойодів здійснюється щодоби, Sr-90, H-3 щоквартально, інших – щомісяця | Інертні радіоактивні гази (ІРГ)<br>Довгоіснуючі радіонукліди (ДІН)<br>Радіойоди<br>Cr-51<br>Mn-54<br>Fe-59<br>Co-58<br>Co-60<br>Sr-89<br>Sr-90<br>Zr-95<br>Nb-95<br>Ag-110m<br>Cs-134<br>Cs-137<br>H-3 | ГБк/добу:<br>69000<br>2,2<br>6,0<br>1600<br>9,3<br>25<br>27<br>0,53<br>31<br>0,60<br>16<br>61<br>0,79<br>1,00<br>0,94<br>1900 | Вказівка №ОJ-224 з 04.03.2013. |
| Контрольні рівні викидів та скидів радіоактивних речовин і доз опромінення персоналу категорії «А» ВП «Запорізька АЕС» (радіаційно-гігієнічний регламент першої гру- | Регламентують сумарний викид в атмосферу через венттруби шести енергоблоків і двох спецкорпусів.<br>Встановлені на підставі статистичного аналізу фактичних величин викидів за період з 2011 по 2015   | Встановлені для наступних засобів та методів контролю:<br>- безперервний контроль інертних радіоактивних газів (ІРГ) за допомогою каналів УДГБ-08 (АКРБ-03), УДГ-1АБ («Вулкан»);<br>- радіометричного контролю довгоіснуючих нуклідів (ДІН) методом відбору на фільтри АФА-РМП-20 при експозиції 1 доба та вимірюванні через 1 добу після відбору проби за допомогою комбінованого радіометра КРК-1;<br>- гамма-спектрометричного контролю газової та аерозольної фракцій радіоактивного йоду методом осадження на аналітичні фільтри (АФА-РМП-20 та АФАС-І-20) за допомогою двоканального  | ІРГ<br>ДІН<br>Радіойод<br>Co-60<br>Cs-134<br>Cs-137  | 770 ГБк/добу<br>8,8 МБк/добу<br>24 МБк/добу<br>65 МБк/міс.<br>130 МБк/міс.<br>120 МБк/міс.                                    | Вказівка № ОI-146 з 31.01.2017 |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 317 |

| Найменування документа  | Умова встановлення  | Контроль  | Радіонуклід (група нуклідів)  | Значення  |   | Введений в ВП ЗАЕС  |
|---|---|---|---|---|---|---|
| пи)<br>00.РБ.XQ.Pг.07-16  | роки.   | гама - спектрометричного комплексу СЕГ-002 з напівпровідниковими детекторами ДГДК-80 та БДЕГ-10180 ;<br>- гамма-спектрометричних вимірювань фільтрів АФА-РМП 20 добового контролю, об'єднаних по кожній точці контролю за місяць, на спектрометрі енергій гамма-випромінювання напівпровідниковому СЕГ-002 «АКП-П»;<br>- радіохімічне виділення Sr-90 з фільтрів АФА-РМП-20 добового контролю, об'єднаних по кожній точці контролю за квартал.. |   |   |   |   |
| Положення об А-ТУ радиационных параметров на АЭС<br>ПЛ-Д.026.347-05 | Встановлені на додаток до контрольних рівнів окремо для кожного джерела викиду (енергоблок, спецкорпус) та режимів експлуатації (робота на потужності, ремонт).<br>Сума величин А-ТР не повинна перевищувати відповідного значення КР | Проводиться контроль параметрів добового контролю ІРГ, ДІН, йоду та реперних радіонуклідів Cs-137, Со-60 щомісячного контролю викидів   | ІРГ, ГБк/добу.<br>Енергоблок<br>Спецкорпус<br>ДІН, МБк/добу.<br>Енергоблок<br>Спецкорпус<br>Йод, МБк/добу.<br>Енергоблок<br>Спецкорпус<br>Cs-137, МБк/міс.<br>Енергоблок<br>Спецкорпус<br>Со-60, МБк/міс.<br>Енергоблок<br>Спецкорпус | Ремонт<br>400<br>(600 <sup>1</sup> )<br>200<br>1,5<br>1,0<br>5<br>20<br>15<br>15<br>2<br>3<br>3<br>4<br>1,5 | На потужн.<br>400<br>200<br>0,8<br>1,0<br>5<br>15<br>1<br>3<br>1<br>1,5 | Вказівка №АЛ-381 від 12.04.05<br>Подовжився термін дії до 28.03.2020<br>Повідомлення №26-01-17-П від 17.02.2017 |

Примітка. 1 Діє протягом 5 діб після зупинки енергоблока

Наведені в Табл. 2.24-Табл. 2.27 рівні демонструють динаміку значень ДР, КР і А-ТР газо-аерозольних викидів радіонуклідів на протязі 2008 - 2018 років.

Табл. 2.24 Допустимі рівні газо-аерозольних викидів ЗАЕС за період з 2008 по 2018 рр., ГБк/добу

| Період                  | ІРГ   | ДІН  | Йод | Cr-51 | Mn-54 | Fe-59 | Co-58 | Co-60 | Sr-89 | Sr-90 | Zr-95 | Nb-95 | Ag-110m | Cs-134 | Cs-137 | H-3  |
|-------------------------|-------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|------|
| с 2008 г. до 03.2013 г. | 87000 | 0.55 | 7.1 | 910   | 4.4   | 14    | 13    | 0.25  | 34    | 0.7   | 19    | 36    | 0.73    | 0.59   | 0.54   | 2400 |
| с 03.2013 г. по 2018    | 69000 | 2.2  | 6   | 1600  | 9.3   | 25    | 27    | 0.53  | 31    | 0.6   | 16    | 61    | 0.79    | 1      | 0.94   | 1900 |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 318 |

Табл. 2.25 Контрольні рівні газо-аерозольних викидів ЗАЕС в атмосферу за період з 2008–2018 рр

| Період                        | ІРГ      | ДІН      | Йоди     | Cr-51    | Mn-54    | Fe-59    | Co-58    | Co-60    | Zr-95    | Nb-95    | Ag-110m  | Cs-134   | Cs-137      | Sr-89    | Sr-90    |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|
|                               | ГБк/добу |          |          |          | кБк/добу |          |          |          | кБк/міс. |          |          |          | кБк/квартал |          |          |
| з 2008 г. по 11.2009 р.       | 1.10E+03 | 1.10E+04 | 2.30E+05 | 3.10E+04 | 4.80E+03 | -        | 7.00E+03 | 1.60E+04 | 7.20E+03 | 1.30E+04 | 2.80E+03 | 8.60E+03 | 1.20E+04    | -        | 1.10E+03 |
| з 11.2009 г. по 01.06.2013 р. | 1.30E+03 | 5.30E+03 | 1.60E+05 | 3.10E+04 | 4.20E+03 | 2.20E+03 | 6.90E+03 | 1.10E+04 | 4.80E+03 | 7.80E+03 | 2.50E+03 | 1.10E+04 | 1.30E+04    | 1.40E+04 | 1.10E+03 |
| з 01.06.2013 р. по 31.01.2017 | 1.90E+03 | 8.80E+03 | 3.90E+04 | -        | -        | -        | -        | 6.50E+04 | -        | -        | -        | 1.30E+05 | 1.20E+05    | -        | -        |
| з 31.01.2017 по 2018          | 7.70E+02 | 8.80E+03 | 2.40E+04 | -        | -        | -        | -        | 6.50E+04 | -        | -        | -        | 1.30E+05 | 1.20E+05    | -        | -        |

Табл. 2.26 Адміністративно-технологічні рівні викидів на ВП ЗАЕС за період 2008–2018 рр

| Період        | Стан          | ІРГ, ГБк/добу |     | ДІН, МБк/добу |    | Йод, МБк/добу |    | Cs-137, МБк/міс. |    | Co-60, МБк/міс. |     |
|---------------|---------------|---------------|-----|---------------|----|---------------|----|------------------|----|-----------------|-----|
|               |               | Енергоблок    | СК  | Енергоблок    | СК | Енергоблок    | СК | Енергоблок       | СК | Енергоблок      | СК  |
| с 2008 – 2018 | Ремонт        | 400 (600*)    | 200 | 1.5           | 1  | 20            | 15 | 2                | 3  | 4               | 1.5 |
|               | На потужності | 400           | 200 | 0.8           | 1  | 5             | 15 | 1                | 3  | 1               | 1.5 |

\* - діє протягом 5 діб після зупинки енергоблока

Табл. 2.27 Річні викиди основних радіонуклідів в атмосферу об'єктами ВП ЗАЕС, кБк/рік

| Об'єкт ЗАЕС    | Рік  | Радіонуклід |          |          |          |          |          |          |
|----------------|------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                |      | Cr-51       | Mn-54    | Co-58    | Co-60    | Cs-134   | Cs-137   | Sr-90    |
| Енергоблок № 1 | 2008 | 2.06E+03    | 2.55E+02 | 2.34E+02 | 1.38E+03 | 2.73E+02 | 4.09E+02 | 2.91E+01 |
|                | 2009 | 2.07E+03    | 1.98E+02 | 2.18E+02 | 1.16E+03 | 2.18E+02 | 2.84E+02 | 5.10E+01 |
|                | 2010 | 2.20E+03    | 2.08E+02 | 3.56E+02 | 1.14E+03 | 2.04E+02 | 2.82E+02 | 2.95E+01 |
|                | 2011 | 1.40E+03    | 1.77E+02 | 1.89E+02 | 1.45E+03 | 1.83E+02 | 2.08E+02 | 5.10E+01 |
|                | 2012 | 1.30E+03    | 1.46E+05 | 1.72E+02 | 2.62E+02 | 1.69E+02 | 3.47E+02 | 5.01E+01 |
|                | 2013 | 1.57E+03    | 1.89E+02 | 2.08E+02 | 4.74E+02 | 1.83E+02 | 3.27E+02 | 5.24E+01 |
|                | 2014 | 1.70E+03    | 1.71E+02 | 2.05E+02 | 2.60E+02 | 2.26E+02 | 2.49E+02 | 5.55E+01 |
|                | 2015 | 1.39E+03    | 1.67E+02 | 1.96E+02 | 3.18E+02 | 1.63E+02 | 1.96E+02 | 1.87E+01 |
|                | 2016 | 2.01E+03    | 2.69E+02 | 2.77E+02 | 8.85E+02 | 2.59E+02 | 2.74E+02 | 6.59E+01 |
|                | 2017 | 1.48E+03    | 1.71E+02 | 1.88E+02 | 4.81E+02 | 1.81E+02 | 1.78E+02 | 5.00E+01 |
| Енергоблок № 2 | 2018 | 1.04E+03    | 1.22E+02 | 1.34E+02 | 3.37E+02 | 1.33E+02 | 2.55E+02 | 4.90E+01 |
|                | 2008 | 1.95E+03    | 1.90E+02 | 2.10E+02 | 2.92E+02 | 2.11E+02 | 2.12E+02 | 3.24E+01 |
|                | 2009 | 1.96E+03    | 2.01E+02 | 2.15E+02 | 3.42E+02 | 2.20E+02 | 2.47E+02 | 7.23E+01 |
|                | 2010 | 2.08E+03    | 2.00E+02 | 2.23E+02 | 6.88E+02 | 2.37E+02 | 2.42E+02 | 4.28E+01 |

| Об'єкт ЗАЕС    | Рік      | Радіонуклід |          |          |          |          |          |          |
|----------------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                |          | Cr-51       | Mn-54    | Co-58    | Co-60    | Cs-134   | Cs-137   | Sr-90    |
|                | 2011     | 1.84E+03    | 1.95E+02 | 2.22E+02 | 4.25E+02 | 2.24E+02 | 2.22E+02 | 6.26E+01 |
|                | 2012     | 1.95E+03    | 1.89E+02 | 2.16E+02 | 5.45E+02 | 1.96E+02 | 2.37E+02 | 6.43E+01 |
|                | 2013     | 1.74E+03    | 1.62E+02 | 1.69E+02 | 2.24E+02 | 1.45E+02 | 1.91E+02 | 9.79E+01 |
|                | 2014     | 1.78E+03    | 2.60E+02 | 2.19E+02 | 7.00E+02 | 2.44E+02 | 4.81E+02 | 1.41E+02 |
|                | 2015     | 1.75E+03    | 1.93E+02 | 2.32E+02 | 3.40E+02 | 2.33E+02 | 2.34E+02 | 2.35E+01 |
|                | 2016     | 2.25E+03    | 2.33E+02 | 2.72E+02 | 5.46E+02 | 2.65E+02 | 2.99E+02 | 4.52E+01 |
|                | 2017     | 1.20E+03    | 1.43E+02 | 1.51E+02 | 2.93E+02 | 1.56E+02 | 1.57E+02 | 4.21E+01 |
|                | 2018     | 1.32E+03    | 1.70E+02 | 1.84E+02 | 8.68E+02 | 1.76E+02 | 1.86E+02 | 3.52E+01 |
| Енергоблок № 3 | 2008     | 2.01E+03    | 1.87E+02 | 2.13E+02 | 3.34E+02 | 2.91E+02 | 4.19E+02 | 3.90E+01 |
|                | 2009     | 1.98E+03    | 1.97E+02 | 2.20E+02 | 3.99E+02 | 2.23E+02 | 3.78E+02 | 5.21E+01 |
|                | 2010     | 2.24E+03    | 2.30E+02 | 2.56E+02 | 3.86E+02 | 2.56E+02 | 2.45E+02 | 3.03E+01 |
|                | 2011     | 1.92E+03    | 2.13E+02 | 2.27E+02 | 3.51E+02 | 2.28E+02 | 2.96E+02 | 2.95E+01 |
|                | 2012     | 1.81E+03    | 1.67E+02 | 1.79E+02 | 2.47E+02 | 2.00E+02 | 1.99E+02 | 6.03E+01 |
|                | 2013     | 1.70E+03    | 1.77E+02 | 2.69E+02 | 7.31E+02 | 1.45E+02 | 2.21E+02 | 1.07E+02 |
|                | 2014     | 1.75E+03    | 2.08E+02 | 2.53E+02 | 3.57E+02 | 2.11E+02 | 2.97E+02 | 5.00E+01 |
|                | 2015     | 1.73E+03    | 1.90E+02 | 1.94E+02 | 3.79E+02 | 1.89E+02 | 2.69E+02 | 1.90E+01 |
|                | 2016     | 1.85E+03    | 2.14E+02 | 2.23E+02 | 3.61E+02 | 2.28E+02 | 2.28E+02 | 4.47E+01 |
|                | 2017     | 1.76E+03    | 2.38E+02 | 2.40E+02 | 1.16E+03 | 2.61E+02 | 2.55E+02 | 7.21E+01 |
| 2018           | 1.16E+03 | 1.39E+02    | 1.56E+02 | 5.38E+02 | 1.48E+02 | 1.88E+02 | 4.74E+01 |          |
| Енергоблок № 4 | 2008     | 2.16E+03    | 2.55E+02 | 3.38E+02 | 8.81E+02 | 2.35E+02 | 2.85E+02 | 4.50E+01 |
|                | 2009     | 2.29E+03    | 2.30E+02 | 2.43E+02 | 3.67E+02 | 2.38E+02 | 2.38E+02 | 5.49E+01 |
|                | 2010     | 2.48E+03    | 2.53E+02 | 2.90E+02 | 1.07E+03 | 2.78E+02 | 2.64E+02 | 4.30E+01 |
|                | 2011     | 2.17E+03    | 2.28E+02 | 2.49E+02 | 6.49E+02 | 2.51E+02 | 2.32E+02 | 5.05E+01 |
|                | 2012     | 1.96E+03    | 1.95E+02 | 2.36E+02 | 2.79E+02 | 2.06E+02 | 2.07E+02 | 3.61E+01 |
|                | 2013     | 1.67E+03    | 1.71E+02 | 1.95E+02 | 2.76E+02 | 1.67E+02 | 2.36E+02 | 5.81E+01 |
|                | 2014     | 1.78E+03    | 1.84E+02 | 2.24E+02 | 1.55E+02 | 2.06E+02 | 2.35E+02 | 1.26E+02 |
|                | 2015     | 1.70E+03    | 2.13E+02 | 2.08E+02 | 2.00E+02 | 1.61E+02 | 1.99E+02 | 3.82E+01 |
|                | 2016     | 1.88E+03    | 2.05E+02 | 2.24E+02 | 7.91E+02 | 2.29E+02 | 2.27E+02 | 4.01E+01 |
|                | 2017     | 1.61E+03    | 1.73E+02 | 2.04E+02 | 1.00E+03 | 2.21E+02 | 2.35E+02 | 6.02E+01 |
| 2018           | 1.26E+03 | 1.95E+02    | 2.04E+02 | 8.52E+02 | 1.99E+02 | 1.95E+02 | 3.31E+01 |          |
| Енергоблок № 5 | 2008     | 2.61E+03    | 2.48E+02 | 2.78E+02 | 2.83E+02 | 2.82E+02 | 2.68E+02 | 5.07E+01 |
|                | 2009     | 2.73E+03    | 3.05E+02 | 2.91E+02 | 8.85E+02 | 2.88E+02 | 2.71E+02 | 4.05E+01 |
|                | 2010     | 2.76E+03    | 2.66E+02 | 2.86E+02 | 3.96E+02 | 2.94E+02 | 2.66E+02 | 6.95E+01 |
|                | 2011     | 2.16E+03    | 2.28E+02 | 2.55E+02 | 5.94E+02 | 2.42E+02 | 2.31E+02 | 3.35E+01 |
|                | 2012     | 2.00E+03    | 1.69E+02 | 2.11E+02 | 2.55E+02 | 2.40E+02 | 2.17E+02 | 2.98E+01 |

| Об'єкт ЗАЕС    | Рік  | Радіонуклід |          |          |          |          |          |          |
|----------------|------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                |      | Cr-51       | Mn-54    | Co-58    | Co-60    | Cs-134   | Cs-137   | Sr-90    |
|                | 2013 | 2.11E+03    | 1.61E+02 | 1.93E+02 | 2.22E+02 | 1.98E+02 | 2.22E+02 | 9.88E+01 |
|                | 2014 | 1.85E+03    | 1.75E+02 | 2.40E+02 | 2.16E+02 | 1.83E+02 | 2.02E+02 | 2.63E+02 |
|                | 2015 | 2.53E+03    | 2.20E+02 | 3.02E+02 | 1.85E+03 | 2.80E+02 | 2.92E+02 | 7.68E+01 |
|                | 2016 | 2.03E+03    | 3.56E+02 | 2.44E+02 | 6.92E+02 | 2.21E+02 | 3.36E+02 | 3.88E+01 |
|                | 2017 | 1.59E+03    | 2.06E+02 | 2.47E+02 | 9.50E+02 | 1.91E+02 | 2.10E+02 | 5.36E+01 |
|                | 2018 | 1.06E+03    | 1.26E+02 | 1.40E+02 | 2.63E+02 | 1.31E+02 | 1.40E+02 | 1.58E+01 |
| Енергоблок № 6 | 2008 | 2.26E+03    | 2.11E+02 | 2.36E+02 | 2.54E+02 | 2.38E+02 | 2.26E+02 | 5.90E+01 |
|                | 2009 | 2.20E+03    | 2.18E+02 | 2.44E+02 | 4.98E+02 | 2.30E+02 | 2.23E+02 | 4.23E+01 |
|                | 2010 | 2.40E+03    | 2.36E+02 | 2.55E+02 | 6.12E+02 | 2.51E+02 | 2.36E+02 | 2.54E+01 |
|                | 2011 | 2.07E+03    | 2.16E+02 | 3.10E+02 | 5.71E+02 | 2.31E+02 | 2.23E+02 | 7.99E+01 |
|                | 2012 | 1.78E+03    | 1.71E+02 | 1.91E+02 | 1.74E+02 | 2.02E+02 | 2.07E+02 | 3.54E+01 |
|                | 2013 | 1.72E+03    | 1.51E+02 | 2.05E+02 | 1.85E+02 | 2.59E+02 | 2.26E+02 | 8.06E+01 |
|                | 2014 | 1.97E+03    | 2.56E+02 | 2.47E+02 | 2.92E+02 | 2.00E+02 | 2.15E+02 | 4.74E+01 |
|                | 2015 | 1.84E+03    | 2.07E+02 | 2.09E+02 | 2.09E+02 | 2.02E+02 | 2.07E+02 | 3.85E+01 |
|                | 2016 | 1.92E+03    | 3.13E+02 | 2.21E+02 | 2.83E+02 | 2.27E+02 | 2.02E+02 | 3.20E+01 |
|                | 2017 | 1.72E+03    | 2.70E+02 | 2.08E+02 | 1.13E+03 | 1.81E+02 | 1.96E+02 | 4.53E+01 |
|                | 2018 | 1.53E+03    | 1.75E+02 | 1.99E+02 | 4.65E+02 | 1.84E+02 | 3.38E+02 | 4.13E+01 |
| СК № 1         | 2008 | 4.52E+03    | 6.54E+02 | 8.73E+02 | 3.52E+03 | 3.05E+03 | 8.06E+03 | 1.09E+02 |
|                | 2009 | 5.80E+03    | 4.88E+02 | 5.41E+02 | 1.64E+03 | 1.52E+03 | 3.05E+03 | 2.07E+02 |
|                | 2010 | 5.07E+03    | 8.58E+02 | 7.54E+02 | 4.17E+03 | 1.96E+03 | 5.03E+03 | 9.58E+01 |
|                | 2011 | 4.78E+03    | 4.81E+02 | 7.94E+02 | 4.49E+03 | 2.11E+03 | 3.11E+03 | 1.32E+02 |
|                | 2012 | 3.95E+03    | 4.11E+02 | 3.97E+02 | 1.93E+03 | 4.76E+02 | 1.39E+03 | 1.27E+02 |
|                | 2013 | 3.39E+03    | 4.31E+02 | 6.09E+02 | 2.34E+03 | 4.90E+02 | 2.40E+03 | 9.14E+01 |
|                | 2014 | 4.95E+03    | 6.76E+02 | 6.41E+02 | 2.82E+03 | 6.44E+02 | 5.93E+03 | 2.31E+02 |
|                | 2015 | 4.32E+03    | 6.32E+02 | 4.91E+02 | 3.39E+03 | 7.14E+02 | 3.84E+03 | 7.60E+01 |
|                | 2016 | 4.73E+03    | 8.76E+02 | 7.03E+02 | 3.45E+03 | 1.01E+03 | 5.47E+03 | 1.45E+02 |
|                | 2017 | 3.86E+03    | 4.41E+02 | 4.79E+02 | 4.57E+03 | 6.63E+02 | 6.57E+03 | 1.13E+02 |
|                | 2018 | 2.98E+03    | 3.29E+02 | 3.82E+02 | 5.29E+03 | 3.67E+02 | 6.83E+03 | 7.02E+01 |
| СК № 2         | 2008 | 4.90E+03    | 4.63E+02 | 5.20E+02 | 5.22E+02 | 5.25E+02 | 5.86E+02 | 7.63E+01 |
|                | 2009 | 4.45E+03    | 5.86E+02 | 4.63E+02 | 5.73E+02 | 5.21E+02 | 7.92E+02 | 9.70E+01 |
|                | 2010 | 4.51E+03    | 4.18E+02 | 4.72E+02 | 5.45E+02 | 6.01E+02 | 6.05E+02 | 1.42E+02 |
|                | 2011 | 3.58E+03    | 3.75E+02 | 4.01E+02 | 5.58E+02 | 4.33E+02 | 4.00E+02 | 1.34E+02 |
|                | 2012 | 3.76E+03    | 3.07E+02 | 2.85E+02 | 7.29E+02 | 4.50E+02 | 5.08E+02 | 1.37E+02 |
|                | 2013 | 3.16E+03    | 3.30E+02 | 3.75E+02 | 4.17E+02 | 4.06E+02 | 4.75E+02 | 1.40E+02 |
|                | 2014 | 3.57E+03    | 2.97E+02 | 4.50E+02 | 9.45E+02 | 6.26E+02 | 1.15E+03 | 1.77E+02 |



| Об'єкт ЗАЕС    | Рік  | Радіонуклід |          |          |          |          |          |          |
|----------------|------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                |      | Cr-51       | Mn-54    | Co-58    | Co-60    | Cs-134   | Cs-137   | Sr-90    |
|                | 2015 | 3.76E+03    | 5.41E+02 | 3.73E+02 | 4.11E+02 | 2.30E+03 | 3.38E+03 | 5.07E+01 |
|                | 2016 | 3.41E+03    | 5.90E+02 | 4.59E+02 | 7.24E+02 | 4.10E+02 | 5.11E+02 | 1.20E+02 |
|                | 2017 | 2.71E+03    | 2.85E+02 | 3.21E+02 | 7.54E+02 | 3.35E+02 | 4.52E+02 | 5.30E+01 |
|                | 2018 | 2.44E+03    | 2.69E+02 | 2.96E+02 | 6.69E+02 | 2.19E+03 | 2.72E+03 | 6.39E+01 |
| Всього по ЗАЕС | 2008 | 2.25E+04    | 2.46E+03 | 2.90E+03 | 7.47E+03 | 5.11E+03 | 1.05E+04 | 4.43E+02 |
|                | 2009 | 2.35E+04    | 2.42E+03 | 2.43E+03 | 5.86E+03 | 3.46E+03 | 5.48E+03 | 6.17E+02 |
|                | 2010 | 2.37E+04    | 2.67E+03 | 2.89E+03 | 9.00E+03 | 4.08E+03 | 7.17E+03 | 4.78E+02 |
|                | 2011 | 1.99E+04    | 2.11E+03 | 2.65E+03 | 9.09E+03 | 3.90E+03 | 4.92E+03 | 5.73E+02 |
|                | 2012 | 1.85E+04    | 1.74E+03 | 1.87E+03 | 4.38E+03 | 2.11E+03 | 3.28E+03 | 5.38E+02 |
|                | 2013 | 1.72E+04    | 1.78E+03 | 2.26E+03 | 4.79E+03 | 2.00E+03 | 4.28E+03 | 7.26E+02 |
|                | 2014 | 1.94E+04    | 2.23E+03 | 2.49E+03 | 5.76E+03 | 2.54E+03 | 8.72E+03 | 1.09E+03 |
|                | 2015 | 1.90E+04    | 2.35E+03 | 2.19E+03 | 7.00E+03 | 4.22E+03 | 8.63E+03 | 3.41E+02 |
|                | 2016 | 1.99E+04    | 3.01E+03 | 2.59E+03 | 7.41E+03 | 2.82E+03 | 7.51E+03 | 5.03E+02 |
|                | 2017 | 1.59E+04    | 1.94E+03 | 2.05E+03 | 1.03E+04 | 2.20E+03 | 8.26E+03 | 4.90E+02 |
|                | 2018 | 1.27E+04    | 1.52E+03 | 1.69E+03 | 9.24E+03 | 3.57E+03 | 1.09E+04 | 3.56E+02 |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 322 |

### Контроль величини водного скиду

Значення меж скидів (ГСі) радіоактивних речовин, надходження яких в навколишнє середовище допустимого з водним скиданням ВП ЗАЕС визначається чинним в ВП ЗАЕС документом [155].

Допустимий скид встановлений на основі квоти ліміту дози (відповідно до пп. 5.5.5 - 5.5.6 НРБУ-97 [13]) і вихідних даних, які є специфічними для ЗАЕС. Допустимий скид не залежить від кількості енергоблоків АЕС, які знаходяться в експлуатації, і їх потужності.

Числові значення допустимих, контрольних, адміністративно-технологічних рівнів скиду у ВП ЗАЕС наведені в Табл. 2.28

Табл. 2.28 Встановлені в ВП ЗАЕС допустимі (ДР), контрольні (КР), адміністративно-технологічні (А-ТР) рівні скиду

| Найменування документа  | Умова установлення  | Контроль  | Радіонуклід (група нуклідів)   | Значення   | Введений на ЗАЕС                                   |
|---|---|---|--|--|--|
| Допустимий водний сброс радиоактивных веществ Запорожской АЭС (радиационно-гигиенический регламент первой группы) 00.РБ.ХQ.Рг.05-15             | Установлений таким чином, щоб не перевищувати величину 10 мкЗв/рік (межа дози) для населення. | <p>Величина ДС не буде перевищена, якщо виконується наступна нерівність:</p> $\sum_{i=1}^{17} \frac{C_i}{PC_i} \leq 1 \quad (1)$ <p>де <math>C_i</math> – фактичний річний скид <math>i</math>-го радіонукліда;<br/> <math>PC_i</math> – межа річного скиду <math>i</math>-го радіонукліда.</p> <p>Крім того, щоб уникнути скиду в навколишнє середовище радіоактивних речовин, виконується додатковий контроль у точці скиду по виразу (2)</p> $\sum_i \frac{K_i}{PC_{B,i}^{ingest}} \leq 1 \quad (2)$ <p>де <math>K_i</math> – фактична концентрація <math>i</math>-го радіонукліда у воді в точці скиду;<br/> <math>PC_{B,i}^{ingest}</math> – допустима концентрація в питній воді <math>i</math>-го радіонукліда для категорії В. Значення <math>PC_{B,i}^{ingest}</math> наведені в табл. Д.2.2 НРБУ-97.</p> <p>Якщо значення <math>C_i^j</math> нижче МВА, то використовується значення, що відповідає половині МВА даного радіонукліда.</p> <p>Пряме порівняння з величинами <math>PC_i</math> без застосування формули (1) не виконується.</p> | <p>H-3<br/> Cr-51<br/> Mn-54<br/> Fe-59<br/> Co-58<br/> Co-60<br/> Zn-65<br/> Sr-89<br/> Sr-90<br/> Zr-95<br/> Nb-95<br/> Ru-106<br/> Ag-110m<br/> I-131<br/> Cs-134<br/> Cs-137<br/> Ce-144</p> | <p>ГБк/рік:<br/> 1900<br/> 100<br/> 3,30<br/> 0,32<br/> 3,50<br/> 1,10<br/> 0,30<br/> 6,30<br/> 0,24<br/> 1,40<br/> 4,50<br/> 2,10<br/> 1,60<br/> 0,95<br/> 0,062<br/> 0,091<br/> 0,35</p> | <p>Вказівкою № ОД-1060 від 10.09.15 з 18.09.15</p> |
| Контрольні рівні викидів та скидів радіоактивних речовин і доз опромінення персоналу категорії «А» ВП «Запорізька АЕС» (радіаційно-гігієнічний) | Регламентують сумарний скид радіоактивних речовин об'єктами ВП ЗАЕС.                          | Виконується контроль водного скиду за квартал   | <p>Тритій<br/> Co-60<br/> Sr-90<br/> Cs-134<br/> Cs-137</p>  | <p>МБк/квартал:<br/> 1,8E+07<br/> 1100<br/> 240<br/> 62<br/> 91</p>  | <p>Вказівкою № ОІ-146 з 31.01.2017</p>             |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 323 |

| Найменування документа   | Умова установлення  | Контроль                                      | Радіонуклід (група нуклідів) | Значення                                   | Введений на ЗАЕС   |
|--|---|---|------------------------------|--|--|
| регламент першої групи)<br>00.РБ.XQ.Pг.07-16                     |   |   |                              |  |  |
| Положение об А-ТУ радиационных параметров на АЭС ПЛ-Д.026.347-05 | Встановлено квартальні А-ТР водних скидів для основних дозоутворюючих нуклідів: Cs-137, Co-60, H-3, з урахуванням досягнутих середньостатистичних значень скидів на рівні квоти не більше 0,2 від відповідного контрольного рівня річного скиду | Проводиться контроль водного скиду за квартал | Cs-137<br>Co-60<br>H-3       | 120<br>МБк/кв.<br>60 МБк/кв.<br>12 ТБк/кв. | Вказівка №АЛ-381 від 12.04.05<br>Продовжено термін дії до 28.03.2020<br>Повідомлення № 17-П від 17.02.2017 |

Перевищення допустимого скиду при нормальному режимі експлуатації АЕС не допускається (відповідно до п. 5.5.7 НРБУ-97 [13]).

Отримані дані про активність радіонуклідів в скидах з ВП ЗАЕС в зовнішні водойми наведені в Табл. 2.29 ФБ-14 [127].

Табл. 2.29 Скиди у відкриті водойми основних радіонуклідів за період з 2008 по 2018 рік, МБк/рік

| Рік                  | Скид радіонуклідів у відкриті водойми, МБк/рік |        |       |       |       |       |       |          |
|----------------------|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                      | Cs-137   | Cs-134 | Co-60 | Co-58 | Mn-54 | Sr-90 | Cr-51 | H-3      |
| 2008                 | 58   | 37     | 26    |       | 22    |       |       | 2.30E+07 |
| 2009                 | 69   | 47     | 31    |       | 24    |       |       | 2.32E+07 |
| 2010                 | 40   | 33     | 34    |       | 26    |       |       | 1.72E+07 |
| 2011                 | 48   | 44     | 32    |       | 26    | 56    |       | 1.95E+07 |
| 2012                 | 52   | 42     | 36    | 27    | 28    | 39    | 193   | 2.36E+07 |
| 2013                 | 36   | 34     | 37    | 29    | 29    | 79    | 180   | 2.10E+07 |
| 2014                 | 56   | 46     | 55    | 41    | 40    | 10    | 252   | 2.68E+07 |
| 2015                 | 54   | 56     | 62    | 45    | 50    | 66    | 286   | 2.84E+07 |
| 2016                 | 67   | 65     | 58    | 48    | 51    | 36    | 322   | 2.76E+07 |
| 2017                 | 63   | 54     | 55    | 44    | 42    | 41    | 296   | 2.34E+07 |
| 2018                 | 55   | 47     | 41    | 37    | 37    | 37    | 273   | 3.76E+07 |
| Середнє за 2014-2018 | 59   | 53     | 54    | 43    | 44    | 38    | 286   | 2.88E+07 |

В Табл. 2.30 наведено результати розрахунку індексу допустимих скидів, розрахованому по формулі (1) Табл. 2.28.

Значення водних скидів не перевищували ДР за період з 2008 по 2018 рік.

Значення водних скидів радіоактивних речовин за весь період з 2008 по 2018 рік не перевищували контрольних рівнів.

Значення водних скидів не перевищували А-ТР за період з 2008 по 2018 рік.

Аналіз результатів багаторічних спостережень за викидами в атмосферу та скидами у зовнішні водойми радіоактивних речовин ЗАЕС показав, що прийняті при проєкту ванні заходи щодо обмеження потужності викидів в атмосферу і строгий

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 324 |

контроль їх при роботі АЕС, а також експлуатація очисних пристроїв (СВО і СГО) в проєктному режимі, забезпечують дотримання вимог санітарних правил при експлуатації станції.

За час роботи ЗАЕС в нормальному експлуатаційному режимі випадків перевищення викидів в атмосферу і скидів в зовнішні водойми понад допустимі рівні не виявлено.

Табл. 2.30 Індекс допустимих радіоактивних скидів у зовнішні водойми за період з 2008 по 2018 рік

| Радіо-<br>нуклід        | Відношення фактичного до граничнодопустимого річного скиду радіонукліду по рокам |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                         | 2008   | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | 2016        | 2017        | 2018        |
| H-3                     | 4.20E-02   | 4.20E-02    | 1.40E-03    | 1.60E-03    | 4.29E-03    | 1.10E-02    | 1.41E-02    | 1.49E-02    | 1.45E-02    | 1.23E-02    | 1.98E-02    |
| Cr-51                   | 5.90E-06   | 5.90E-06    | 3.30E-06    | 3.40E-06    | 2.65E-06    | 1.80E-06    | 2.52E-06    | 2.86E-06    | 3.22E-06    | 2.96E-06    | 2.73E-06    |
| Mn-54                   | 3.20E-05   | 3.50E-05    | 2.20E-05    | 2.10E-05    | 1.97E-05    | 8.79E-06    | 1.23E-05    | 1.52E-05    | 1.54E-05    | 1.26E-05    | 1.11E-05    |
| Fe-59                   | 5.30E-04   | 5.30E-04    | 3.80E-04    | 3.90E-04    | 2.64E-04    | 1.37E-04    | 2.19E-04    | 2.60E-04    | 2.68E-04    | 2.62E-04    | 2.60E-04    |
| Co-58                   | 2.90E-05   | 2.90E-05    | 1.90E-05    | 1.90E-05    | 1.65E-05    | 8.37E-06    | 1.18E-05    | 1.29E-05    | 1.36E-05    | 1.25E-05    | 1.06E-05    |
| Co-60                   | 1.30E-04   | 1.60E-04    | 1.20E-04    | 1.10E-04    | 9.93E-05    | 3.37E-05    | 4.96E-05    | 5.59E-05    | 5.26E-05    | 5.02E-05    | 3.69E-05    |
| Zn-65                   | 1.00E-03   | 1.00E-03    | 7.60E-04    | 7.50E-04    | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| Sr-90                   | 4.80E-04   | 4.80E-04    | 3.60E-04    | 4.00E-04    | 2.54E-04    | 3.29E-04    | 4.21E-04    | 2.74E-04    | 1.48E-04    | 1.71E-04    | 1.52E-04    |
| Zr-95                   | 1.40E-04   | 1.40E-04    | 7.70E-05    | 7.90E-05    | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| Nb-95                   | 2.00E-05   | 2.00E-05    | 1.20E-05    | 1.10E-05    | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| Ru-106                  | 1.40E-04   | 1.40E-04    | 1.10E-04    | 1.00E-04    | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| Ag-<br>110m             | 8.20E-05   | 8.20E-05    | 6.20E-05    | 6.60E-05    | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| I-131                   | 1.90E-04   | 1.90E-04    | 1.50E-04    | 1.80E-04    | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| Cs-134                  | 4.70E-04   | 6.00E-04    | 2.40E-04    | 3.20E-04    | 3.73E-04    | 5.42E-04    | 7.35E-04    | 8.95E-04    | 1.05E-03    | 8.64E-04    | 7.53E-04    |
| Cs-137                  | 5.80E-04   | 6.90E-04    | 2.00E-04    | 2.40E-04    | 3.05E-04    | 3.91E-04    | 6.12E-04    | 5.92E-04    | 7.40E-04    | 6.93E-04    | 6.08E-04    |
| Ce-144                  | 1.40E-03   | 1.40E-03    | 9.10E-04    | 9.50E-04    | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           |
| <b>Індекс<br/>ДС, %</b> | <b>4.72</b>  | <b>4.75</b> | <b>0.48</b> | <b>0.52</b> | <b>0.56</b> | <b>1.25</b> | <b>1.62</b> | <b>1.71</b> | <b>1.68</b> | <b>1.44</b> | <b>2.16</b> |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 326 |

### 2.14.2.3 Програма радіаційного контролю в ВП ЗАЕС

Безпека АС забезпечується за рахунок послідовної реалізації концепції глибокоешелонованого захисту, заснованої на застосуванні системи фізичних бар'єрів на шляху поширення іонізуючого випромінювання і радіоактивних речовин у навколишнє середовище і системи технічних і організаційних заходів щодо захисту бар'єрів і збереження їх ефективності з метою захисту персоналу, населення та навколишнього середовища.

Система фізичних бар'єрів енергоблока АС включає паливну матрицю, оболонку твел, границю першого контуру, герметичне огороження реакторної установки та біологічний захист.

Спостереження за радіаційною обстановкою на ЗАЕС у межах зони спостереження здійснюється за допомогою системи автоматизованого радіаційного контролю (АСРК) на промайданчику, у санітарно-захисній зоні (СЗЗ) і в зоні спостереження (ЗН) ВП ЗАЕС. Загальний вигляд системи радіаційного контролю на ЗАЕС представлений на Рис. 2.12.

Щорічно проводиться кілька тисяч вимірювань проб, відібраних в СЗЗ і ЗС і характеризуючих радіаційний стан приземного повітря, поверхневих водойм, компонентів наземних і водних екосистем.

Радіаційний контроль з використанням технічних засобів здійснює оперативний персонал служби радіаційного захисту ЦРБ ВП ЗАЕС.

Радіаційний контроль на об'єктах ЗАЕС, промайданчику, у санітарно-захисній зоні та зоні спостереження проводиться у відповідності з «Регламентом радиационного контроля при эксплуатации объектов ОП «Запорожская АЭС» 00.РБ.ХQ.Рг.01-15 [110], який розроблено відповідно до ГНД 95.1.01.03.057-2004 [129].



Рис. 2.12 Загальний вигляд системи радіаційного контролю на ЗАЕС

Радіаційний контроль навколишнього середовища при нормальній радіаційній обстановці й при аварійній радіаційній обстановці здійснює лабораторія зовнішнього радіаційного контролю (ЛЗРК), атестована в сфері державного метрологічного нагляду

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 327 |

на проведення вимірів при виконанні радіаційного контролю об'єктів навколишнього середовища.

Обсяг і застосовувані методи радіаційного контролю навколишнього середовища в районі розташування ЗАЕС визначені відповідно до вимог наступних нормативних документів:

- СП АС-88 (ДНАОП 0.03-1.73-79) Санитарные правила Проектирования и эксплуатации атомных станций [12];
- ГНД 95.1.01.03.057-2004. Регламент радиационного контроля для энергоблоков с реакторами ВВЭР. Типовое содержание [129];
- Рекомендациями по дозиметрическому контролю в районах расположения атомных электростанций. ПНАЭ, Г, направление 2, 1988;
- Санитарные и технические требования к Проектированию и эксплуатации систем отпуска теплоты от атомных станций (СТТ СОТ АС-91. Дополнение к СП АС-88), 1991 [130];
- Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды М.,МЗ СССР, 1980 [131];
- 00.РБ.ХQ.Рг.01-15 [110]. Регламент радиационного контроля при эксплуатации объектов ОП «Запорожская АЭС».

Для контролю радіаційної обстановки, зумовленої газо-аерозольними викидами в атмосферу, в зоні спостереження ЗАЕС створено мережу спеціально обладнаних постів, розташованих в місцях, доступних для автотранспорту і обслуговування протягом всього року, переважно в населених пунктах 30 км зони. На контрольному посту в с. В. Знам'янка (21км., ЗПдЗ) встановлено повний обсяг відбору проб для фонового контролю.

Основне завдання контролю вмісту радіоактивних речовин в навколишнє середовище полягає в отриманні даних для оцінки доз опромінення населення від впливу ЗАЕС з метою підтвердження обґрунтованості нормування викидів і скидів, а також забезпечення якості їх контролю.

За результатами інформації, одержуваної при проведенні РКНС, проводиться оцінка поточного стану якості навколишнього середовища (НС) і оцінюються дози опромінення населення, що проживає в зоні спостереження ЗАЕС.

Розміщення постів РК в районі розташування ЗАЕС, місце розташування і параметри, які визначаються на постах РК, об'єкти контролю, кількість, періодичність відбору проб і параметри навколишнього середовища, що визначаються, здійснювані ЛЗРК ЦРБ, передбачені 00.РБ.ХQ.Рг.01-15 [110], детально викладені в 21.5.59.ОППБ.14 [127].

Радіаційний моніторинг навколишнього середовища району розташування проводиться у двох напрямках - постійний і періодичний контроль.

### **Збір і зберігання та інформації про результати вимірювань**

Дані про результати викидів і скидів збираються й зберігаються персоналом ЦРБ відповідно до положення про цех 00.РБ.ПЛ.01А. Інформацію про газо-аерозольні викиди й водні скиди радіоактивних речовин у навколишнє середовище ЦРБ у встановлений термін, згідно СТП 3.3104.053-2008, передає в ВТС для внесення у звіт про виробничу діяльність ОП Запорізька АЕС за місяць. Даний звіт є офіційно

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 328 |

zareєстрованим документом ВП ЗАЕС і доступний для ознайомлення всіма підрозділами в архіві документів ВТС.

У ЦРБ підготовляються кварталні й річні звіти про стан радіаційної безпеки, які після реєстрації в ВТС передаються в ДІЯРУ. Відповідальний за організацію й підготовку даних звітів - начальник ЦРБ. У кварталних і річних звітах утримується повна інформація про величини газо-аерозольних викидів і водних скидів радіоактивних речовин у навколишнє середовище за квартал і рік відповідно.

ЦРБ щотижня відправляє факс про величини газо-аерозольних викидів і скидів радіоактивних речовин у навколишнє середовище в ДІЯРУ.

Також інформація про величини газо-аерозольних викидів і скидів радіоактивних речовин у навколишнє середовище приводиться в річному звіті про поточний рівень безпеки (ПРБ), що також передається на узгодження в ДІЯРУ.

#### *Вимірювальна інформаційна система «Кольцо» ВП ЗАЕС*

У лютому 2002 року на ЗАЕС в промислово експлуатацію введена вимірювальна інформаційна система «Кольцо» (ВІС «Кольцо»). Безперервний контроль потужності дози гамма-випромінювання здійснюється на 18 постах радіаційного контролю (РК).

В режимі нормального функціонування ВІС «Кольцо» призначена для отримання і обробки інформації про радіаційну обстановку в зоні спостереження, необхідної для оперативного висновку про відповідність радіаційної обстановки вимогам нормативних документів, що визначають заходи і порядок забезпечення радіаційної безпеки на АЕС.

При аваріях на АЕС ВІС «Кольцо» призначена для отримання достовірної інформації про радіаційну обстановку в зоні спостереження, для вироблення рекомендацій по ліквідації наслідків радіаційних аварій.

Інформація з датчиків ВІС «Кольцо» піддавалася обробці, що полягає в усередненні значень ПЕД з різними часовими періодами (для зниження статистичної похибки) і їх корекції в залежності від зовнішніх факторів. Наприклад, відзначалися зміни ПЕД, невеликі підвищення значень, пов'язані зі змінами концентрації радону, які, в свою чергу, значною мірою визначаються погодними умовами, як правило, при зволоженні ґрунту (випадання опадів, танення снігу, туман).

Експлуатація ВІС «Кольцо» дозволяє підвищити радіаційний захист персоналу та населення, а також ефективність радіаційного контролю за рахунок безперервного вимірювання радіаційних і метеорологічних параметрів по периметру проммайданчика, в санітарно-захисній зоні та зоні спостереження.

ВІС «Кольцо» забезпечує передачу на сайт ВП ЗАЕС достовірної інформації про радіаційну обстановку з усіх точок контролю.

Замість існуючої системи ВІС «Кольцо» в рамках КзПБ (№14401-реалізація до 31.12.2020, а №14408 - реалізація до 31.12.2023) заплановано створення системи АСКРО.

#### **2.14.2.4 Радіаційний контроль майданчика ССВЯП**

Обсяг контролю радіаційної обстановки у контейнерів ВКХ і в районі розташування комплексу ССВЯП передбачений «Регламентом радиационного



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 329 |

контроля при експлуатації об'єктів ОП Запорожская АЭС» 00.РБ.ХQ.Рг.01-15 [110]. Порядок відбору проб і методи контролю встановлені в «Інструкції по веденню радіаційного контролю в районі розположення Запорожской АЭС» 00.РБ.ХQ.ИН.10-14 [132], затвердженій 10.09.2014. Мінімальні вимірювані активності розраховувалися відповідно до документа МАГАТЕ [133], п. 8.3.

Протягом 2018 року на майданчик зберігання ССВЯП було відправлено 8 ВКХ-ВВЕР з відпрацьованим ядерним паливом. Всього на кінець року на майданчику знаходиться на зберіганні 153 контейнера.

Результати радіаційного контролю ВКХ-ВВЕР на майданчику ССВЯП дозволяють зробити висновки про відсутність істотних коливань радіаційних параметрів, неперевищення встановлених критеріїв і контрольних рівнів, герметичність контейнерів в процесі зберігання (ФБ-14 [127]).

Радіаційний контроль за станом підземних вод у районі майданчика ССВЯП здійснюється за допомогою 7 спостережних свердловин. П'ять з них обладнано на перший водоносний підгоризонт глибиною 12,0 – 12,5 м, дві свердловини на другий водоносний підгоризонт глибиною 20,0 – 21,4 м. Періодичність відбору проб – 1 раз в квартал.

Контроль забруднення повітря радіоактивними аерозолями здійснюється аспіраційним методом за допомогою повітрофільтруючої установки (ПФУ), змонтованої на посту РК ССВЯП. Відбір проб повітря здійснюється прокачуванням атмосферного повітря через фільтрувальну тканину типу ФПП-15-1,5, закріплену на фільтроутримувачі ПФУ. Періодичність заміни фільтра – 7 діб (ФБ-14 [127]).

Радіаційний контроль опадів із атмосфери проводився седиментаційним методом за допомогою металевої кювети, встановленої з південно-західної сторони майданчика ССВЯП перед бетонним огороженням. Площа кювети 0,25 м<sup>2</sup>, час експозиції проби – 14 діб (ФБ-14 [127]).

Щорічні спостереження показують, що за весь період експлуатації ССВЯП вміст радіонуклідів у стічній воді, атмосферному повітрі і атмосферних опадах відповідає рівню, характерному для даної місцевості.

У зв'язку з розкидом характеристик відпрацьованого палива, що завантажується в контейнери, сумарна потужність дози гамма і нейтронного випромінювань в центрі вхідних вентиляційних каналів у різних контейнерів становить від 10,4 до 225,0 мкЗв/год (ФБ-14 [127]), що не перевищує проектних критеріїв. Відсутність радіоактивного забруднення, ІРГ і аерозолів підтверджує герметичність контейнерів.

Потужність дози гамма-випромінювання в контрольних точках на відстані 50 метрів від РЗС на висоті 1 метр 0,11 - 0,35 мкЗв/год (ФБ-14 [127]), що відповідає рівню «нульового» фону.

Радіаційна обстановка в районі ВКХ і майданчики ССВЯП стабільно безпечна.

#### **2.14.2.5 Інформування громадськості**

У ВП ЗАЕС інформування громадськості здійснює структурний підрозділ УРЗМІ, до складу якого входить інформаційний центр, лабораторія телевідеоінформації, редакції газети «Енергія» і радіомовлення.

|  |   |          |
|--|---|----------|
| ДП НАЕК  | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00  | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 330 |
| <p>Завданнями основної діяльності УРЗМІ є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• взаємини з громадськістю та засобами масової інформації;</li> <li>• реалізація єдиної інформаційної політики ВП ЗАЕС, ДП «НАЕК» Енергоатом», формування громадської думки щодо безпеки атомної енергетики і необхідності розвитку галузі як гаранта енергетичної безпеки України;</li> <li>• інформування персоналу ВП ЗАЕС, громадськості, широких мас населення про поточні події, актуальні проблеми та перспективи виробничо-господарської і соціально-економічної діяльності ВП ЗАЕС, ДП «НАЕК» Енергоатом», радіаційну обстановку і стан навколишнього природного середовища в районі розташування ЗАЕС за допомогою розповсюдження інформаційної продукції, а також шляхом безпосереднього спілкування, ознайомлення представників внутрішніх і зовнішніх контактних аудиторій з об'єктами ВП ЗАЕС, їх призначенням, функціями, принципами роботи, дією систем безпеки, природоохоронними заходами, екологічними параметрами і т.д. ;</li> <li>• формування та підтримку позитивного іміджу ВП ЗАЕС, ДП «НАЕК» Енергоатом» і галузі в цілому, пропаганда уявлення про Запорізьку АЕС як підприємство високої технічної культури, культури безпеки, екологічно безпечного виробництва.</li> </ul> <p>Для здійснення поставлених завдань УРЗМІ виконує наступні функції:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• через спеціально призначений Інтернетсайт (<a href="http://www.npp.zp.ua/">http://www.npp.zp.ua/</a>) надає громадськості інформацію про АЕС, її організацію та експлуатацію. На сайті в режимі реального часу публікуються результати радіологічного моніторингу в 30 км зоні;</li> <li>• розробляє щоквартальні і річні плани заходів щодо формування об'єктивної громадської думки про ядерну енергетику, роботи атомних станцій України, ВП ЗАЕС;</li> <li>• організовує і проводить «Круглі столи» та прес-конференції для ЗМІ, екологічних організацій, депутатів, представників районних і обласних держадміністрацій і т.п. ;</li> <li>• організовує й проводить лекції про атомну енергетику, технічні й екологічні аспекти діяльності ЗАЕС і екскурсії на об'єкти ВП ЗАЕС (інформаційний центр, промвйданчик стації, ПМТ і БМ НТЦ, ССВЯП, ГТС, соціальні об'єкти) для різних груп населення, державних і громадських організацій, навчальних закладів;</li> <li>• забезпечує персонал ЗАЕС, ЗМІ, жителів м. Енергодара, зони спостереження ВП ЗАЕС інформаційними матеріалами про роботу ВП ЗАЕС за допомогою: <ul style="list-style-type: none"> <li>- підготовки й розсилання в ЗМІ, державні й громадські організації щоденних, щомісячних, а також оперативних (при виникненні позаштатних ситуацій) інформаційних повідомлень про роботу ВП ЗАЕС;</li> <li>- випуску й поширення щотижневої газети «Енергія»;</li> <li>- регулярного випуску теле- і радіопрограм про діяльність ЗАЕС, ДП НАЕК «Енергоатом»;</li> <li>- оформлення інформаційних стендів на території ВП ЗАЕС і в приміщеннях інформаційного центра «Імпульс»;</li> <li>- підготовки й поширення тематичних буклетів, брошур і т.д.</li> </ul> </li> </ul> |   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 331 |

- організовує взаємодію зі ЗМІ з метою публікації позитивних інформаційних матеріалів про результати роботи ВП ЗАЕС, про стан ядерної енергетики України й світу, перевагах цього виду енергетики
- через систему-автовідповідач (номер телефону 5 68 02) надає інформацію про стан АЕС і радіаційний моніторинг. Система оновлюється щогодини.

| <b>Споживачі інформації</b>   |     |
|---|-----|
| Регіональне розсилання (органи влади населених пунктів ЗС, ЗМІ, громадські організації) | 95  |
| Міжрегіональне розсилання (органи влади, центральні ЗМІ, громадські організації)        | 97  |
| Електронні ЗМІ  | 41  |
| Усього  | 233 |

#### **2.14.2.6 Радіаційний моніторинг ВП ЗАЕС**

Радіаційний моніторинг довілля проводиться в двох напрямках - постійний і періодичний контроль.

Постійний контроль здійснюється за допомогою мережі стаціонарних постів спостереження, розташованих в 30-ти км зоні ЗАЕС. Крім цього, здійснюються періодичні експедиційні виїзди з відбором проб продуктів харчування і основних компонентів навколишнього середовища в зоні спостереження ВП ЗАЕС.

Моніторинг для радіаційного захисту населення можна розділити на три типи: контроль біля джерела (моніторинг джерела), моніторинг навколишнього середовища (екологічний моніторинг) і, в дуже рідкісних випадках, індивідуальний моніторинг представників населення. Моніторинг навколишнього середовища проводиться як всередині, так і за межами майданчика АЕС. Програми моніторингу довілля включають в себе вимір радіаційних полів і питомої активності радіонуклідів в пробах навколишнього середовища, які мають відношення до опромінення людини (в першу чергу, в повітрі, питній воді, сільськогосподарській продукції та продуктах природного походження, а також в біоіндикаторах, які накопичують радіонукліди.

Існуючі на ВП ЗАЕС 46 постів контролю навколишнього середовища розташовані в різних територіальних поясах, що відповідає вимогам МАГАТЕ і зарубіжній практиці.

Контроль дозових показників в зоні впливу ВП ЗАЕС відповідає вимогам [133] і [134].

Контроль забруднення ґрунту і повітряного середовища в зоні впливу ВП ЗАЕС відповідає вимогам [133] і [134] і за територіальним охопленням характеризується більш представницький.

Сформована в ВП ЗАЕС система моніторингу поверхневих, підземних, питних вод відповідає вимогам МАГАТЕ і зарубіжній практиці. Контроль підземних вод виглядає навіть дещо надмірною в порівнянні з підходами, представленими в [133] і [134].

Система моніторингу донних відкладень і водних організмів в зоні спостереження ВП ЗАЕС в цілому відповідає вимогам МАГАТЕ і зарубіжній практиці.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 332 |

### *Результати контролю за радіаційною обстановкою*

Відповідно до НРБУ-97 [13] Межа дози опромінення населення (категорія В) складає 1 мЗв на рік. Обмеження опромінення населення здійснюється шляхом регламентації і контролю:

- газо-аерозольних викидів і водних скидів в процесі роботи радіаційно-ядерних об'єктів;
- вмісту радіонуклідів в окремих об'єктах навколишнього середовища (воді, продуктах харчування, повітрі і т. д.)

Для АЕС в НРБУ-97 [13] встановлена квота ліміту дози опромінення осіб категорії В: сумарна квота ліміту дози (ЛД) становить 80 мкЗв, квота ЛД за рахунок всіх шляхів формування дози від викидів - 40 мкЗв, квота ЛД за рахунок критичного виду водокористування - 10 мкЗв.

### **Формування доз опромінення населення від викидів та скидів ВП ЗАЕС**

#### **Річна доза опромінення від газо-аерозольних викидів в атмосферу**

Розрахунок доз проведений відповідно до [147], [148].

У розрахунку використані масиви даних:

- повторюваність опадів по напрямку і швидкості вітру;
- повторюваність категорій стійкості атмосфери по напрямку і швидкості вітру;
- масив шорсткості поверхні 30 км зони ВП ЗАЕС.

Враховувалися такі шляхи формування дози:

- доза зовнішнього опромінення від радіоактивної хмари;
- доза зовнішнього опромінення від радіонуклідів, які осіли на ґрунт;
- доза внутрішнього опромінення, обумовлена радіонуклідами, які надійшли в організм з повітрям (інгаляційна доза);
- доза внутрішнього опромінення від радіонуклідів, що потрапили в організм в результаті їх міграції по харчових ланцюжках.

Ізотопний склад ІРГ і дозові коефіцієнти рекомендовані [148]. Коефіцієнти переходу радіонуклідів в організм людини використані зі звіту [149].

У Табл. 2.31 наведені розрахункові значення середньорічних приземних концентрацій радіонуклідів і розрахункові річні дози опромінення від газо-аерозольного викиду об'єктами ВП ЗАЕС в 2018 році на межі санітарно-захисної зони ВП ЗАЕС в точці максимуму (2,5 км «ЗПдЗ»). Сумарна індивідуальна ефективна доза при цьому може скласти 0,05 мкЗв/рік, що не перевищить 0,13% від квоти ліміту дози, що формується за рахунок викиду АЕС, яка, згідно з НРБУ-97 [13], прийнята рівною 40 мкЗв/рік. Найбільший процентний внесок в дозу вносять інертні радіоактивні гази.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 333 |

Табл. 2.31 Очікувані річні індивідуальні ефективні дози опромінення на межі санітарно-захисної зони ВП ЗАЕС в точці максимуму

| Радіонуклід                                | Викид, Бк/рік | Середньорічна приземна концентрація, Бк/м <sup>3</sup> | Доза від хмари, Зв/рік | Доза від ґрунту, Зв/рік | Інгаляційна доза, Зв/рік | Доза від споживання продуктів, Зв/рік | Сумарна доза, Зв/рік | Внесок радіонуклідів в сумарну дозу, % |
|--|---------------|--|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|--|
| Kr-88                                      | 3,02E+12      | 1,10E-02   | 3,40E-08               | 0,00E+00                | 0,00E+00                 | 0,00E+00                              | 3,4E-08              | 68,4                                   |
| Xe-133                                     | 2,17E+13      | 8,50E-02   | 3,60E-09               | 0,00E+00                | 0,00E+00                 | 0,00E+00                              | 3,6E-09              | 7,2                                    |
| Xe-135                                     | 5,44E+12      | 2,10E-02   | 7,30E-09               | 0,00E+00                | 0,00E+00                 | 0,00E+00                              | 7,3E-09              | 14,7                                   |
| I-131                                      | 1,04E+08      | 4,10E-07   | 2,20E-13               | 9,10E-11                | 1,20E-10                 | 5,20E-11                              | 2,6E-10              | 0,5                                    |
| Mn-54                                      | 1,94E+06      | 7,63E-09   | 9,10E-15               | 4,80E-11                | 4,30E-13                 | 5,20E-12                              | 5,4E-11              | 0,1                                    |
| Co-58                                      | 2,05E+06      | 8,10E-09   | 1,10E-14               | 5,90E-11                | 5,90E-13                 | 3,60E-12                              | 6,3E-11              | 0,1                                    |
| Co-60                                      | 1,03E+07      | 4,00E-08   | 1,50E-13               | 7,90E-10                | 4,50E-11                 | 3,50E-10                              | 1,2E-09              | 2,4                                    |
| Cs-134                                     | 2,20E+06      | 8,70E-09   | 1,90E-14               | 1,00E-10                | 6,30E-12                 | 7,10E-10                              | 8,2E-10              | 1,6                                    |
| Cs-137                                     | 8,26E+06      | 3,20E-08   | 2,80E-14               | 1,50E-10                | 4,20E-11                 | 2,20E-09                              | 2,4E-09              | 4,8                                    |
| Сумарна доза по шляхах опромінення, Зв/рік |               |  | 4,5E-08                | 1,2E-09                 | 2,1E-10                  | 3,3E-09                               | 5,00E-08             | 100                                    |
| Внесок шляхів опромінення в дозу, %        |               |  | 90,4                   | 2,5                     | 0,4                      | 6,7                                   | 100,0                | -                                      |

Примітка. Розрахункове значення середньорічного фактора метеорозбавлення на межі СЗЗ в точці максимуму (2,5 км «ЗПДЗ») -  $1,2 \cdot 10^{-7}$  с/м<sup>3</sup>

### Річна доза опромінення від скидів радіоактивних речовин

Розрахунок доз проведений відповідно до [148].

Радіаційна ємність водойму для *i*-го радіонукліда ( $R_{w,i}$ , м<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>) являє собою річний скид цього радіонукліда в ставок-охолоджувач, що припадає на одиницю об'ємної активності радіонукліда у воді, і визначається виразом 7.4 [148].

Очікувані індивідуальні ефективні дози опромінення критичної групи населення від скидання радіонуклідів у відкриті водойми об'єктами ВП ЗАЕС в 2018 році наведені в Табл. 2.33. Сумарна доза опромінення по рибному харчовому ланцюжку складе в критичній точці (безпосередньо біля виходу продувочного пристрою) 0,102 мкЗв/рік, що становить 1,02% від квоти ліміту дози за рахунок критичного виду водокористування, яка згідно НРБУ-97 [13] прийнята рівною 10 мкЗв/рік.

На баланс радіонуклідів у ставку-охолоджувачі, за винятком тритію, не впливають природне і додаткове випаровування, тому в розрахунок радіаційної ємності ставка-охолоджувача для тритію були включені всі втрати води, зазначені в Табл. 2.32, а для інших радіонуклідів - втрати води без урахування втрат на природне і додаткове випаровування.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 334 |

Табл. 2.32 Водогосподарський баланс ставка-охолоджувача

|                           | Вид втрат і надходжень води  | тыс. м <sup>3</sup> | %     |
|---------------------------|--|---------------------|-------|
| Витратна частина          | Продування в Каховське водосховище                                   | 261586,3            | 73,98 |
|                           | Віднесення вітром і відбір на допоміжні потреби (включаючи градирні) | 25063,3             | 7,09  |
|                           | Випаровування природне і додаткове (включаючи градирні)              | 63632,9             | 18,00 |
|                           | Втрати води на фільтрацію через дамбу                                | 3295,0              | 0,93  |
|                           | ВСЬОГО   | 353577,5            | 100   |
| Прибуткова частина        | Підживлення ставка-охолоджувача                                      | 334720,0            | 96,41 |
|                           | Атмосферні опади   | 4017,2              | 1,16  |
|                           | Госп.побутові і промислові стоки                                     | 8448,5              | 2,43  |
|                           | ВСЬОГО   | 347185,7            | 100   |
| Дебалансне водоспоживання |  | -6391,8             |       |

Табл. 2.33 Очікувані річні індивідуальні ефективні дози опромінення критичної групи населення від скидання радіонуклідів у відкриті водойми

| Радіо-нуклід   | Скидання радіонуклідів в 2018 році, Бк | Розраховані значення радіаційної ємності ставка-охолоджувача по відношенню до Каховського водосховища, мЗ · | Доза, Зв·рік <sup>-1</sup> | Внесок радіонуклідів в сумарну дозу, |
|--|--|---|----------------------------|--------------------------------------|
| H-3  | 2,34E+13                               | 3,56E+08  | 1,33E-08                   | 13,0                                 |
| Mn-54  | 4,15E+07                               | 3,28E+08  | 6,28E-10                   | 0,6                                  |
| Co-60  | 5,53E+07                               | 2,96E+08  | 2,66E-09                   | 2,6                                  |
| Cs-134   | 5,36E+07                               | 3,08E+08  | 4,62E-08                   | 45,4                                 |
| Cs-137   | 6,31E+07                               | 2,93E+08  | 3,91E-08                   | 38,4                                 |
| Суммарная доза, Зв/рік   |  |   | 1,02E-07                   | 100                                  |
| Примітка. Згідно з розділом 7.4.1 [3], споживання риби приймалося рівним 14 кг·рік <sup>-1</sup> . |  |   |                            |                                      |

### Аналіз доз опромінення критичної групи населення в порівнянні з допустимим рівнем

Згідно НРБУ-97 [13] квота межі ефективної дози, що формується за рахунок викидів АЕС, встановлена рівною 4% від ліміту дози для категорії В (40 мкЗв·рік<sup>-1</sup>).

Очікувані річні індивідуальні ефективні дози опромінення на межі санітарно-захисної зони в місці максимуму (шкала логарифмічна).

Згідно НРБУ-97 [13] квота межі ефективної дози за рахунок критичного виду водокористування встановлена рівною 1% від ліміту дози для категорії В (10 мкЗв·рік<sup>-1</sup>).

Очікувані річні індивідуальні ефективні дози опромінення від скидів у відкриті водойми по критичному виду водокористування (шкала логарифмічна)

Дози опромінення критичної групи населення від викидів та скидів ВП ЗАЕС значно нижче встановлених квот меж доз.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 335 |

### **2.14.3 Узагальнюючі висновки з аналізу ФБ-14 «Вплив експлуатації АЕС на навколишнє середовище»**

ЗАЕС, як і всяка ядерна установка, являє собою джерело радіаційного впливу на навколишнє середовище й населення прилягаючої території. Основними радіаційними компонентами є радіоактивні продукти ділення ядерного палива й продукти нейтронної активації матеріалів і середовищ, що використовуються у першому контурі енергоблоків.

До складу основних радіаційних факторів впливу на навколишнє середовище при нормальній експлуатації входять радіоактивні елементи, що перебувають у викидах і скидах ЗАЕС. Вплив інших факторів, зокрема, корпускулярних і електромагнітних потоків від об'єктів АЕС на прилягаючу територію знехтовно малий.

Для обмеження радіаційного впливу на населення й навколишнє середовище, а також послідовного зменшення цього впливу, на ЗАЕС використовується розвинена система нормування радіоактивних викидів і скидів, що включає в себе:

- допустимі рівні;
- контрольні рівні;
- адміністративно-технологічні рівні.

Ці показники переглядаються з необхідною періодичністю й з використанням регламентованих процедур.

Для контролю й оцінки радіаційного впливу на навколишнє середовище й населення на ЗАЕС функціонує відповідна система, що включає в себе:

- необхідне обладнання, що обновлюється й поповнюється по мірі необхідності;
- методичне забезпечення, що відповідає державним і світовим стандартам;
- підготовлений персонал;
- сформовану організаційну структуру, порядок взаємодії й відповідальності;
- мережу, програму й регламент радіаційного контролю й моніторингу;
- робочі інструкції й процедури.

Відповідно до НРБУ-97 [13] дозова межа опромінення населення техногенними джерелами становить 1 мЗв/рік (для вагітних жінок це значення вдвічі менше). З метою неперевикнення цього значення при можливому радіаційному впливі різних джерел в НРБУ-97 [13] використане квотування доз опромінення населення для найбільш радіаційно-небезпечних промислових джерел. Визначена в НРБУ-97 [13] квота межа дози за рахунок всіх шляхів її формування для АЕС становить 80 мкЗв, для викидів в атмосферу – 40 мкЗв, для скидів у водні об'єкти – 10 мкЗв.

Для кожної АЕС розроблені і введені в дію виробничі оперативні дозові показники, розраховані з урахуванням конкретних умов розміщення АЕС, технічних характеристик обладнання, способу життя й харчування населення прилягаючої території, - допустимий викид і допустимий скид.

Значення цих параметрів визначені з умови формування річних доз опромінення критичної групи населення 40 і 10 мкЗв для викиду й скиду радіоактивних речовин у навколишнє середовище, відповідно. Таким чином, відношення реальних показників викиду й скиду радіонуклідів АЕС протягом календарного року до відповідних допустимих значень є показником опромінення населення:

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 336 |

- Результати контролю радіоактивних викидів, насамперед, свідчать про стійку тенденцію їхнього зменшення, а, відповідно, і зменшення опромінення населення прилягаючих територій за рахунок всіх шляхів формування дози від викидів. Індекси допустимих викидів добового й місячного контролю не перевищували 0,44%, в останні роки їхні значення були порядку 0,13%. В 2017 році в промислову експлуатацію введений проєкт Єврокомісії «Удосконалення контролю тритію й вуглецю-14 на АЕС України». Таким чином, починаючи з 2018 року при розрахунку індексу допустимих викидів були враховані показники викидів тритію, що привело до збільшення індексу допустимих викидів місячного контролю до 0,84%, але при цьому, викиди станції не збільшилися. Відповідна доза опромінення критичної групи населення по індексу допустимого річного викиду радіонуклідів місячного контролю становить 0,34 мкЗв/рік

- Динаміка результатів контролю радіоактивних скидів більш складна внаслідок впливу декількох факторів: зміна методичних підходів до визначення доз опромінення (а відповідно й допустимого скиду), удосконалювання організаційної й інструментальної бази радіаційного контролю. Проте, можна відзначити, що протягом усього часу контролю скиду тритію фактичний річний скид суміші радіонуклідів у природні об'єкти не перевищував 15.1% допустимого. В останні 5 років це значення не перевищує 1,7%. Відповідна доза опромінення критичної групи населення цим шляхом формування дози опромінення не перевищує 0,17 мкЗв/рік.

Таким чином, сумарна доза опромінення критичної групи населення в результаті радіаційного впливу ЗАЕС по даним контролю викидів і скидів не перевищує 0,51 мкЗв/рік. Результати радіаційного контролю останніх років демонструють тенденцію до зменшення цих показників.

Другим видом контролю, орієнтованим на одержання незалежних даних про вплив АЕС на навколишнє середовище й населення, є радіаційний моніторинг об'єктів навколишнього середовища в зоні впливу ЗАЕС. Цей вид контролю здійснюється на сформованому природному радіаційному фоні території в умовах присутності радіоактивного забруднення, що склалося в ході випробувань ядерної зброї й аварій на інших ядерних об'єктах. Виділити вплив ЗАЕС у більшості випадків неможливо:

- Дані вимірів річної дози гамма-випромінювання термомюнісцентними дозиметрами на стаціонарних постах спостереження, а також дані безперервного виміру потужності дози гамма-випромінювання на постах системи «Кільце» з обліком приладової й статистичної невизначеності, сезонної динаміки, не фіксують достовірного збільшення або сплесків контрольованих параметрів за межами проммайданчику ЗАЕС у порівнянні з «нульовим фоном». Доза зовнішнього опромінення за рахунок природних джерел становить менше 1 мЗв/рік.

- Вміст довгоіснуючих штучних радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 в атмосферному повітрі на території, що прилягає до ЗАЕС, у цей час нижче значень, зареєстрованих при знятті «нульового фона», і зберігає тенденцію до зменшення. Цей ефект обумовлений радіоактивним розпадом і закріпленням земною поверхнею глобальних випадань. У цей час об'ємний вміст Cs-137 і Sr-90 у повітрі становить 1,3 і 0,06 мкБк/м<sup>3</sup>, що нижче допустимих значень в 6,2E+05 і 3,3E+06 разів, відповідно.

- Вміст Cs-137 і Sr-90 у ґрунті й рослинності в пунктах постійного спостереження також нижче значень, зареєстрованих при знятті «нульового фона», і зберігає тенденцію до зменшення. Зафіксовано сплеск цих параметрів в 1986 році. У



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 337 |

цей час поверхневе забруднення ґрунту Cs-137 і Sr-90 становить близько 0,5 кБк/м<sup>2</sup> і 0,03 кБк/м<sup>2</sup>, відповідно, вміст цих елементів у рослинності (у перерахуванні на сухоповітряну масу) - близько 0.6 кБк/кг, 0.4 кБк/кг. Присутність короткоіснуючих елементів не реєструється.

- Вміст Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування, вироблених на території, що прилягає до ЗАЕС, залежно від локальних характеристик ґрунту, агрокультури варіюється в широкому діапазоні: 0,01 – 1 Бк/кг, при середніх значеннях на рівні близько 0,1 Бк/кг, що нижче значень, визначених при знятті «нульового фону». Для порівняння, допустимий вміст цих радіонуклідів у питній воді (до якої вимоги жорсткіші) вище цих значень в 1000 і 100 разів відповідно. Присутність короткоіснуючих елементів не реєструється.

- При вимірі «нульового фону» зміст Cs-137 і Sr-90 у воді Каховського водосховища було зафіксовано на рівні 2,6 Бк/м<sup>3</sup> і 24 Бк/м<sup>3</sup>. В 1986 році в результаті Чорнобильської аварії й глобального забруднення водозбору Дніпра вміст цих радіонуклідів у воді Каховського водосховища за даними моніторингу перевищило 100 Бк/м<sup>3</sup>. Радіоактивний розпад і промивання водозборів обумовили наступне повільне відновлення характеристик водних екосистем. У цей час ці параметри близькі до «нульового фону». Присутність короткоіснуючих елементів не реєструється. Найбільш очевидним і контрольованим фактором впливу ЗАЕС на навколишнє середовище можна вважати присутність тритію в ставку-охолоджувачі й Каховському водосховищі. Концентрація тритію у воді Каховського водосховища в останні роки досить постійна й становить близько 1Е+04 Бк/м<sup>3</sup>, у ставку-охолоджувачі – на порядок вище, при допустимій концентрації – 3Е+07 Бк/м<sup>3</sup>. При постійному споживанні води Каховського водосховища в якості питної, доза опромінення тритієм може скласти близько 0,3 мкЗв/рік.

- У питній воді централізованого водопостачання вміст Cs-137 і Sr-90 орієнтовно вдвічі нижче, ніж у воді Каховського водосховища, вміст тритію в середньому менше 5Е+03 Бк/м<sup>3</sup>. Моніторинг підземних вод здійснюється мережею спостережних свердловин, зосереджених на майданчику ЗАЕС. Загальна бета-активність ґрунтових вод перебуває, як правило, у межах 100 – 200 Бк/м<sup>3</sup> і обумовлена в основному присутністю природних радіонуклідів. Вміст тритію в ґрунтових водах відповідає його кількостям у воді прилягаючих водойм: 1Е+04 – 1Е+05 Бк/м<sup>3</sup> з окремими сплесками до значення 1.8Е+07 Бк/м<sup>3</sup>, залишаючись нижче допустимої концентрації тритію в питній воді для населення - 3Е+07 Бк/м<sup>3</sup>.

Як видно, присутність у навколишньому середовищі основних дозоутворюючих штучних радіонуклідів обумовлена глобальними випаданнями й випаданнями, що сталися в результаті Чорнобильської аварії. Найбільш помітно на тлі сформованого забруднення вплив ЗАЕС проявляється в присутності у водних системах тритію.

За весь період експлуатації ССВЯП вміст радіонуклідів у пробах навколишнього середовища в районі майданчика ССВЯП відповідає природному рівню. Потужність дози гамма-випромінювання на відстані 50 м від зовнішнього огороження на висоті 1 м не перевищує фонових значень.

Таким чином, результати багаторічного радіологічного моніторингу дозволяють говорити про відсутність помітного радіаційного впливу від АЕС на навколишнє середовище в районі розташування Запорізької АЕС.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 338 |

Порівняльний аналіз системи радіаційного контролю й моніторингу навколишнього середовища ЗАЕС у порівнянні з рекомендаціями МАГАТЕ [133] і практикою реалізації подібної системи в США [134] дозволяє зробити висновок, що у ВП ЗАЕС реалізовані всі види радіаційного контролю, що вимагає МАГАТЕ й присутні на практиці США.

Система пробовідбору, вимірів, перелік контрольованих параметрів, періодичність контролю, характеристики обладнання в цілому відповідають вимогам МАГАТЕ й сформованій закордонній практиці. У той же час в [133] і [134] регламентується проведення вимірів загальної альфа-активності аерозолів об'єднаних проб. Крім цього, для одержання більш показової інформації про радіаційний вплив ЗАЕС на навколишнє середовище рекомендується використовувати установки й методики для інструментального контролю Fe-55 у скидах. Вимір загальної альфа-активності аерозолів і вмісту Fe-55 у скидах може бути реалізоване після доповнення переліку контрольованих нуклідів у викидах і скидах АЕС України, визначених в [214].

Розташування постів контролю навколишнього середовища в ВП ЗАЕС, контроль дозових показників у зоні впливу ВП ЗАЕС відповідають [133] і [134].

Контроль забруднення ґрунту й повітряного середовища в зоні впливу ВП ЗАЕС відповідає вимогам [133] і [134] і по територіальному охопленні характеризується більш показово.

У якості біоіндикатора в радіаційному моніторингу ВП ЗАЕС контролюється трава в місцях стаціонарних постів контролю. Відбір проб на аналіз здійснюється один раз на рік. У той же час МАГАТЕ [133] рекомендує робити відбір проб трави в місцях випасу сільськогосподарських тварин щомісяця, а в якості біоіндикаторів використовувати зразки лишайників, мохів, грибів. Слід зазначити, що даний вид моніторингу не є обов'язковим у США.

Відповідно до [133] і [134], зразки сільськогосподарської продукції (зернові, овочі, фрукти) варто відбирати раз на рік під час збирання врожаю, листові культури й молоко - щомісяця, м'ясо – двічі на рік. Радіаційний контроль молока й листових овочів відповідно до [134] рекомендується проводити на конкретних площадках з максимальними прогнозованими рівнями забруднення. Також необхідне проведення цих вимірів на контрольних «чистих» площадках.

Програма моніторингу ВП ЗАЕС передбачає пробовідбір сільськогосподарської продукції один раз на рік у період збору врожаю, молока - у пасовищний період. Зразки м'яса й листових культур відбираються «при нагоді».

Регламент радіаційного контролю відповідає вимогам нормативної документації України, його доповнення або модифікація можливі після відповідних змін нормативної документації.

Сформована в ВП ЗАЕС система моніторингу поверхневих, підземних, питних вод відповідає вимогам МАГАТЕ й закордонній практиці. Контроль підземних вод виглядає навіть трохи надлишковим у порівнянні з підходами, представленими в [133] і [134].

Система моніторингу донних відкладень і водних організмів у зоні спостереження ВП ЗАЕС у цілому відповідає вимогам МАГАТЕ й закордонній практиці.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 339 |

Моніторинг зони спостереження здійснюється відповідно до діючих в Україні нормативних документів. При зміні вимог нормативних документів або законодавства України в сфері захисту населення від впливу джерел іонізуючих випромінювань, це буде враховано в регламенті радіаційного моніторингу зони спостереження ВП ЗАЕС.

У цілому система радіаційного контролю впливу ВП ЗАЕС на навколишнє середовище відповідає вимогам МАГАТЕ й кращим світовим практикам. Система дозволяє адекватно оцінювати й контролювати всі радіоактивні потоки, динаміку зміни радіаційної обстановки по всіх компонентах навколишнього середовища.

Окремі розходження не є критичними й можуть розглядатися як рекомендації з удосконалювання нормативної бази України.

Проведений аналіз ФБ-14, виконаний під час розробки періодичної переоцінки енергоблока, показав, що енергоблок може безпечно експлуатуватись в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 340 |

### **3 ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОБЛОКА У ПОНАДПРОЄКТНИЙ ПЕРІОД**

#### **3.1 Відповідність вимогам діючих НД і можливість безпечної експлуатації енергоблока за цим критерієм з урахуванням компенсуючих заходів**

У ЗАБ (21.5.59.ОБ.01 ДМАБ, книга 8, частина 5 [14]) енергоблока №5 виконано аналіз відступів від вимог діючої НТД станом на 31.12.2017г, в рамках якого виконаний аналіз відступів з «ранжуванням» по критеріям, які рекомендовані МАГАТЕ з оцінкою їх впливу на функції безпеки. При неможливості виконання обґрунтування безпечної роботи системи або обладнання при наявності відступу від вимог НТД розробляються необхідні компенсуючі заходи, спрямовані на виключення або зменшення наслідків впливу відступу на безпеку і обґрунтування їх ефективності.

Аналіз відступів розглядався з точки зору впливу на основні функції безпеки:

- керування потужністю;
- охолодження ядерного палива;
- локалізація радіоактивних продуктів.

Відступи класифікувалися залежно від впливу на безпеку.

Підхід до класифікації відступів передбачав аналогію із принципами МАГАТЕ. [236]. Залежно від впливу на безпеку відступу надається одна із чотирьох категорій (Категорія I - Категорія IV) залежно від:

- чи є даний відступ важливим для безпеки;
- чи знижується глибокоешелонований захист;
- яка терміновість прийняття компенсуючих заходів.

Для кожного заходу, відповідно до категорії впливу на безпеку, за необхідністю, були визначені:

- заходи щодо ліквідації відступів й/або пом'якшення їх наслідків;
- компенсуючі заходи для зниження впливу відступів.

Підвищення рівня безпеки є однією з умов безпечної роботи енергоблока у понадпроектний період і виконується відповідно до розробленої НАЕК «Енергоатом» Комплексної (зведеної) програми підвищення безпеки для РУ В-320, погодженої Держатомрегулювання листом №15-13/7605 від 30.11.2010 [15]. Відповідно до цієї програми розроблено План-графік реалізації заходів щодо виконання Комплексної (зведеної) програми підвищення безпеки для РУ В-320, який щорічно уточнюється АЕС і узгоджується ДІЯРУ. У План-графіку вказуються терміни реалізації заходів для кожного з енергоблоків АЕС.

Заходи для приведення енергоблока №5 в стан відповідний вимогам НТД, що не увійшли до КзПБ, включені в «Програму підготовки енергоблока №5 ОП ЗАЭС к експлуатации в сверхпроектный срок» 05.МР.00.ПМ.23-17.

Табл. 3.1 Зведений перелік відступів від діючої НТД енергоблока №5 Запорізької АЕС

| Найменування відступу  | Категорія | Пункт правил   | Оцінка впливу на безпеку                                   | Захід щодо усунення відступу   | Захід щодо зменшення наслідків відступу   | Програма виконання  |
|--|-----------|--|--|--|---|---|
| <b>1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА</b>  |           |  |  |  |   |   |
| 1.1 Проект ЛСБ розроблений на основі загальнопромислових норм, що діяли до введення останніх редакцій «Норм строительного Проектирования АС» (ПиНАЭ-5.6), «Норм Проектирования сейсмостойких АС» (ПНАЭГ-5-006-87), «Норм Проектирования железобетонных сооружений ЛСБ АС» (ПНАЭГ-10-007-89)  | II        | р. III п.6<br>НП 306.2.218-2018<br>п.8.1.11<br>НП 306.2.141-2008   | Впливає на безпеку.<br>Див. інформаційну картку №1.1 [14]. | 1. Оснастити енергоблок системою дистанційного контролю зусиль (СДКЗ) в армоканатах (АК) системи переднатягнення захисної оболонки (СПЗО); (КсПБ №16202)<br>2. Провести обстеження і оцінку технічного стану ЛСБ-СГО в рамках заходів з продовження експлуатації енергоблока.<br>3. Виконати розрахункові обґрунтування міцності й несучої здатності конструкцій ЛСБ на весь спектр впливів, передбачених ПиНАЭ-5,6, за допомогою проблемно-орієнтованого комплексу програм. | 1. До оснащення СДКЗ армоканатах, керуватися технічними рішеннями, які встановлюють граничні значення зусилля натягу АК захисної оболонки.<br>2. Проведення обстеження поточного стану елементів будівельних конструкцій 30 в рамках щорічного регламентного технічного огляду ЛСБ-СГО. | № 16202 КзПБ<br>Термін виконання-<br>31.12.2020                               |
| 1.2 У проекті енергоблока не обґрунтовані в повному обсязі заходи щодо попередження й захисту систем і елементів, що виконують функції безпеки, від відмов з загальної причини через застосування обладнання СБ не кваліфікованого для всіх проектних режимів і впливів і виготовленого для умов роботи на АЕС, у тому числі й з сейсмостійкості | II        | п.8.1.9, 8.1.12, 8.1.18, 8.6.1, 8.8.2, 10.7.1, 10.7.2<br>НП 306.2.141-2008<br><br>п. III.1.2, III.1.7, III.1.8<br>НП 306.2.208-2016. | Впливає на безпеку.<br>Див. інформаційну картку №1.2 [14]. | Кваліфікація устаткування й елементів СБ для використання при всіх проектних режимах і впливах, у тому числі й за умовами сейсмостійкості, або заміна на сейсмостійке, виготовлене для умов роботи на АЕС  | Проведення ТО й ремонтів устаткування й елементів СБ в обсязі й з періодичністю, згідно ТУ на устаткування.   | № 10101 КзПБ<br>№13501 КзПБ<br>№17201 КзПБ<br>Термін виконання-<br>31.12.2020 |
| 1.3 У системі технічних і організаційних   | II        | п.8.7.8  | Впливає на   | Заходи заплановані до виконання в  | Реалізація заходу   | № 16101 КзПБ  |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил  | Оцінка впливу на безпеку                     | Захід щодо усунення відступу   | Захід щодо зменшення наслідків відступу   | Програма виконання  |
|---|-----------|---|--|--|---|---|
| <p>заходів щодо захисту бар'єрів і збереження їх ефективності й безпосередньо з захисту населення відсутні заходи, спрямовані на захист локалізуючих СБ від руйнування під час запроектованих аварій і підтримки їх працездатності.</p> <p>Не передбачені технічні засоби для запобігання ушкодження герметичного огороження під час запроектованих аварій, що враховуються</p> |           | НП 306.2.141-2008<br>р.П п.1.8<br>НП 306.2.218-2018 | безпеку. Див. інформаційну картку №1.3 [14]. | <p>складі КзПБ і включають наступні напрямки (згідно карток КзПБ №16101, 16201, 16203, 16205):</p> <p>- за результатами аналізу важких аварій розробити й впровадити заходи, необхідні для запобігання раннього байпасування ГО, включаючи модернізацію дверей шахти реактора;</p> <p>-аналіз можливості утворення вибухонебезпечної концентрації водню в приміщеннях ГО під час аварії з ушкодженням активної зони;</p> <p>-впровадження системи забезпечення водневої безпеки для виключення утворення вибухонебезпечних концентрацій газів для важких аварій.</p> | <p>щодо контролю водню для ПА. Впровадження системи контролю водню під захисною оболонкою (СКВ) на апаратурі фірми «Siemens» з виходом інформації на БЩУ й РЩУ.</p> <p>Проведення регламентних контрольних профілактичних робіт на СПЗО енергоблока з метою забезпечення міцнісних характеристик елементів СПЗО під час ПА й ЗПА.</p> <p>Проведення регламентних робіт з технічного обслуговування елементів ЛСБ, спрямованих на захист локалізуючих СБ від руйнування під час запроектованих аварій і підтримки їх працездатності.</p> | <p>Термін виконання - Виконано.</p> <p>№ 16201 КзПБ</p> <p>Термін виконання - Виконано.</p> <p>№ 16203 КзПБ</p> <p>Термін виконання - Виконано.</p> <p>№ 16205 КзПБ</p> <p>Термін виконання – 31.12.20.</p> |
| 1.4 Відсутня методика визначення коефіцієнта очищення фільтрів під час  | II        | п.12.2.17<br>ОСПУ ДСП                               | Потенційно може впливати                     | 1 Розробити концептуальне рішення про модифікацію  | Виконується контроль над  | Програма підготовки енергоблока №5 ВП   |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил     | Оцінка впливу на безпеку   | Захід щодо усунення відступу  | Захід щодо зменшення наслідків відступу  | Програма виконання  |
|---|-----------|------------------|--|---|--|---|
| вхідного контролю, перед установкою на системи вентиляції й при проведенні регламентних перевірок |           | 6.177-2005-09-02 | на безпеку, тому що може привести до зниження ефективності контролю над джерелом іонізуючого випромінювання й, відповідно, до зниження «глибокоешелонованого» захисту. Див. інформаційну картку №1.4 [14]. | обладнання систем вентиляції 2 В рамках концептуального рішення реалізувати заходи, забезпечуючі контроль стану фільтрів при проведенні регламентних перевірок. | роботою систем вентиляції, перевірка їх відповідності проектним характеристикам при проведенні регламентних перевірок. Проведення технічного обслуговування з періодичністю встановленою ТУ й заводською документацією. Технічне рішення 123456.1020.ЕР.TL/UV/UT.ТР.11889 від 27.10.2016 «О безопасной эксплуатации систем вентиляции, имеющих в составе фильтры и адсорберы угольные, с отступлениями от требований ДСП 6.177-2005-09-02», яким введено в дію заходи, компенсуючі відсутність методики визначення коефіцієнта | ЗАЕС до довгострокової експлуатації 05.МР.00.ПМ.23-17. 1. Технічне рішення 123456.1020.ЕР.TL/UV/UT.ТР.11889 від 27.10.2016 «О безопасной эксплуатации систем вентиляции, имеющих в составе фильтры и адсорберы угольные, с отступлениями от требований ДСП 6.177-2005-09-02», погоджене Держатомрегулювання (вих.№15-14/1-1368 від 03.03.17). 2. Для визначення ефективності фільтрів при проведенні регламентних перевірок виконати модифікацію систем вентиляції згідно окремого концептуального рішення 123456.ЕР.TL./UV.P Ш.4562 «О |

| Найменування відступу  | Категорія | Пункт правил   | Оцінка впливу на безпеку   | Захід щодо усунення відступу   | Захід щодо зменшення наслідків відступу  | Програма виконання  |
|--|-----------|--|--|--|--|---|
|  |           |  |  |  | очищення фільтрів при їх вхідном контролі і перед установкою на системи вентиляції.  | модификации систем вентиляции, имеющихся в составе высокоэффективные воздушные (аэрозольные) фильтры и адсорберы угольные» (погоджене Держатомрегулювання №15-14/5-1/1189 від 19.02.2018), згідно з яким термін виконання заходу для блока №5 ВП ЗАЕС - 31.12.2021. |
| 1.5 За результатами імовірнісного аналізу безпеки 2-го рівня ЗАЕС-5 розраховане значення частоти граничного аварійного викиду становить 3,777E-05 1 / рік для номінального рівня потужності і 3,370E-05 1 / рік для зниженого рівня потужності та зупиненого енергоблока, що не відповідає критерію безпеки. | II        | 4.1.1<br>НП 306.2.141-2008                                   | Впливає на безпеку. Див. інформаційну картку №1.5 [14]                       | Заходи визначені в рамках дослідження імовірнісного аналізу безпеки ІАБ-2 і увійшли до складу заходів КзПБ: №12401, №16101, №16201, №16203, №16205 | У 2008-2010 реалізовані заходи щодо зменшення ЧПАЗ, що в свою чергу призводить до зниження значення ЧГАВ. Ці заходи наведені в інформаційній картці №1.5 | №19103 КзПБ<br>Термін виконання- 31.12.2020 **  |
| <b>2 АКТИВНА ЗОНА</b>  |           |  |  |  |  |   |
| 2.1 Не передбачене обладнання для переміщення ТВЗ при відмовах або порушенні умов експлуатації пристроїв перевантаження. Механізми машини перевантажувальної (МП): міст, візок, робоча штанга,   | I         | п.3.7.1.14 НП 306.2.145-2008<br><br>п.6.5.2 ПНАЭ Г-14-029-91 | Безпосереднього впливу на безпеку не має. Не приводить до порушення МБЕ й до | Виконати модернізацію машини перевантажувальної, розробити й впровадити устаткування для завершення операцій із ТВЗ.                               | Не потрібні  | № 14405 КзПБ<br>Термін виконання- 31.12.2020  |



| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил                     | Оцінка впливу на безпеку  | Захід щодо усунення відступу  | Захід щодо зменшення наслідків відступу   | Програма виконання                              |
|---|-----------|----------------------------------|---|---|---|---|
| фіксатор, захват кластера, не забезпечені ручними резервними приводами, що забезпечують можливість приведення МП у безпечний стан при припиненні подачі електропостачання   |           |                                  | переопроміненн<br>я персоналу,<br>тому що<br>відсутність<br>даного<br>обладнання<br>приводить<br>тільки до<br>затримки<br>виконання робіт<br>з переміщення<br>ядерного палива.<br>Див.<br>інформаційну<br>картку №2.1<br>[182]. |   |   |   |
| 2.2 На перевантажувальній машині відсутні блокувальні пристрої, що виключають:<br>-підйом ОТВЗ вище відмітки, що забезпечує відповідний шар води для безпеки персоналу, що керує перевантаженням ЯП;<br>-переміщення ПМ у момент встановлення (вилучення) ТВЗ у реактор і гнізда стелажів БВ і чохлаів;<br>-зіткнення штанги ПМ, що транспортує ТВЗ, з конструкціями реактора й басейну перевантаження.<br>Відсутній сигнал від сейсмотатчика на зупинку ПМ | П         | п.6.5.11<br>ПНАЭ Г-14-<br>029-91 | Впливає на<br>безпеку. Може<br>привести до<br>ушкодження<br>ТВЗ і,<br>відповідно,<br>знижує<br>глибокоешелоно<br>ваний захист.<br>Див.<br>інформаційну<br>картку №2.2<br>[14].  | Необхідне проведення модернізації машини перевантажувальної й заміна СУМП, що не задовольняє нормативні вимоги. | Розроблено<br>«Руководство по<br>эксплуатации.<br>Машина<br>перегрузочная типа<br>МПС-В-1000-3.У4.2<br>(механическая<br>часть)» 13456.ЕР.РЛ.<br>РЗ.03.<br>Розроблена<br>«Инструкция по<br>обеспечению<br>ядерной<br>безопасности при<br>транспортировке,<br>перегрузке<br>и<br>хранении ядерного<br>топлива ЗАЭС» | № 14405 КзПБ<br>Термін виконання-<br>31.12.2020 |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока № 5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 346 |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил             | Оцінка впливу на безпеку                               | Захід щодо усунення відступу  | Захід щодо зменшення наслідків відступу  | Програма виконання   |
|---|-----------|--------------------------|--|---|--|--|
|   |           |                          |  |   | 00.ОБ.УМ.ИН.01.  |  |
| <b>3 ЦІЛІСНІСТЬ КОМПОНЕНТІВ</b>   |           |                          |  |   |  |  |
| 3.1 Не проведені розрахунки на опір крихкому руйнуванню для елементів конструкції реактора з корозійно-стійкої сталі (ВКУ) при флюенсі більш ніж $1 \cdot 1022 \text{ н/м}^2$ | II        | п.5.8<br>ПНАЭ Г-7-002-86 | Впливає на безпеку Див. інформаційну картку №3.1 [14]. | Виконати НДР для одержання вихідних даних для проведення розрахунків.<br>Виконати розрахунки опору крихкому руйнуванню елементів ВКУ реактора [226] | Згідно з робочими програмами періодичного контролю над станом основного металу, зварених з'єднань і наплавлень устаткування й трубопроводів, розроблювальним на підставі [138], під час капітального ремонту реактора (ППР-2010 і далі з періодичністю 4 роки) виконувати, із застосуванням дистанційних засобів контролю, візуальний огляд металу елементів ВКП реактора – шахти, вигородки, БЗТ.<br>Обсяг контролю визначений «Инструкцией по эксплуатации реактора» 320.06.00.00.000 ТО» ОКБ «Гидропресс» | Програма підготовки енергоблока №5 ВП ЗАЕС до довгострокової експлуатації 05.МР.00.ПМ.23-17. |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока № 5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 347 |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил  | Оцінка впливу на безпеку                                     | Захід щодо усунення відступу  | Захід щодо зменшення наслідків відступу  | Програма виконання   |
|---|-----------|---|--|---|--|--|
| <b>4 СИСТЕМИ</b>  |           |   |  |   |  |  |
| 4.1 Проектом не передбачені заходи щодо запобігання утворення вибухонебезпечних концентрацій газів у приміщеннях зони локалізації (усередині гермооболонки) | II        | п.8.7.7<br>НП 306.<br>2.141-2008<br><br>р.ІІ п.4.4 НП<br>306.2.218-<br>2018 | Впливає на безпеку Див. інформаційну картку №4.1 [14].       | Реалізується відповідно до заходів КзПБ №16201 «Впровадження системи контролю концентрації водню в ГО для запроектованих аварій», №16203 «Розробка і впровадження заходів щодо зниження концентрації водню в ГО для запроектованих аварій», №16205 «Впровадження системи примусового скидання тиску з СГО». | Передбачена проектна система контролю концентрації водню TQ00J01 для нормальних умов експлуатації, а також в рамках програми «м'якої» допомоги TACIS в період 1996-1997 років була встановлена система контролю концентрації водню XP10 для максимальних проектних аварій, виробництва компанії Siemens. У всіх режимах експлуатації енергоблока, виключаючи «важкі» аварії, передбачений контроль параметрів об'ємного вмісту водню в герметичному об'ємі | №16201 КзПБ<br>Термін виконання - Виконано.<br>№16203 КзПБ<br>Термін виконання - Виконано.<br>№16205 КзПБ.<br>Термін виконання – 31.12.20. |
| 4.3 Проектом не передбачена система контролю переміщень трубопроводів першого контуру   | II        | п.3.5.12<br>НП 306.2.145-<br>2008   | Можливі зміни в роботі опорно-підвісної системи (заземлення) | Установка на трубопроводах 1-го контуру системи виміру й фіксації максимальних переміщень.  | У процесі пускових операцій після ППР енергоблока проводити контроль переміщення   | №14102 КзПБ<br>№13502 КзПБ<br>Термін виконання - 31.12.2020  |

| Найменування відступу  | Категорія | Пункт правил                     | Оцінка впливу на безпеку  | Захід щодо усунення відступу  | Захід щодо зменшення наслідків відступу  | Програма виконання   |
|--|-----------|----------------------------------|---|---|--|--|
|  |           |                                  | трубопроводу на ковзній напрямних опорах, обірвання підвісок та ін.) можуть привести до перевищення допустимих механічних напружень у трубопроводі й, як наслідок, до руйнування трубопроводу. Див. інформаційну картку №4.5 [14] |   | трубопроводів першого контуру за документом «Программа проверки технического состояния элементов крепления трубопроводных систем и оборудования РО» 123456.РО.00.ПМ.15 9-16. |  |
| <b>5 КВП і А</b>   |           |                                  |   |   |  |  |
| 5.1 Система контролю й керування не забезпечує автоматичну й/або автоматизовану діагностику стану й режимів експлуатації, у тому числі й технічних і програмних засобів системи контролю й керування | II        | п.8.4.9<br>НП 306.2.<br>141-2008 | Безпосередньо на безпеку не впливає. Див. інформаційну картку №5.1. [14].   | У рамках заходів КзПБ 14105, 14106, 14301 виконати заміну, модернізацію (реконструкцію) устаткування систем контролю й керування енергоблоків на таке, що забезпечує автоматичну діагностику стану й режимів експлуатації технічних програмних засобів системи контролю й керування | Не потрібні  | №14105 КзПБ<br>Термін виконання - Виконано.<br>№14106 КзПБ<br>Термін виконання - Виконано.<br>№14301 КзПБ<br>Термін виконання - 31.12.2020 |
| 5.2 Відсутня система промислового телебачення для контролю роботи обладнання першого контуру   | I         | 8.4.8<br>НП 306.2.<br>141-2008   | Безпосередньо на безпеку не впливає. Див.   | Впровадити систему промислового телебачення для контролю роботи обладнання першого контуру.   | Не потрібні  | №13509 КзПБ<br>Термін виконання - 31.12.2020   |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока № 5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 349 |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил  | Оцінка впливу на безпеку  | Захід щодо усунення відступу  | Захід щодо зменшення наслідків відступу  | Програма виконання   |
|---|-----------|---|---|---|--|--|
|   |           | 3.5.11<br>НП 306.2.<br>145-2008   | інформаційну картку №5.2 [14].  |   |  |  |
| 5.3 Відсутні засоби і методи виявлення місця розташування та визначення витрати течі теплоносія першого контуру. Не реалізована концепція течі перед руйнуванням. Проектом РУ не передбачені засоби й способи виявлення місцезнаходження й визначення витрати течі теплоносія | II        | пп.8.3.4, 8.3.8, 10.9.5<br>НП 306.2.<br>141-2008<br><br>п.3.5.15<br>НП 306.2.<br>145-2008                           | Впливає на безпеку. Див. інформаційну картку №5.3 [14].                 | Реалізація заходів КзПБ №12102 «Впровадження концепції «теча перед руйнуванням» для ГЦТ 1-го контуру», №12401 «Розробка і реалізація організаційно-технічних заходів з управління аварією: течя теплоносія 1-го контуру в 2-й еквівалентним перетином Ду100», №13502 «Впровадження комплексної системи діагностики систем РУ» | Впроваджена система оперативного контролю розміру течі з 1 контуру в 2-й аварійного ПГ по N16/ИРГ - технічне рішення 123456.РБ.XQ.TP.10 471 від 08.01.2013 «О вводе в промышленную эксплуатацию оборудования системы оперативного контроля размера течи 1-го контура во 2-й и определения аварийного ПГ по активности N16/ИРГ на энергоблоках №1-6». | №12102 КзПБ Термін виконання - Виконано.<br>№13502 КзПБ Термін виконання - 31.12.2020<br>№12401 КзПБ Термін виконання - 31.12.2023 |
| 5.4 Діапазони виміру блоків і пристроїв детектування (типів БДМГ, УДЖГ, БДАБ, УДГБ) не відповідають вимогам діючих НТД  | I         | КНД 95.2.01.<br>03. 022-97<br>табл. 1<br>ГНД95.1.10.1<br>3.046-99<br>табл.3<br>Додаток А<br>СОУ-Н ЯЕК<br>1.005.2007 | Не впливає на безпеку значним чином Див. інформаційну картку №5.4 [14]. | Розробити й впровадити блоки й пристрої детектування з діапазонами виміру, відповідними до вимог НТД.   | Не потрібні.   | №14401 КзПБ Термін виконання- 31.12.2020   |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил   | Оцінка впливу на безпеку  | Захід щодо усунення відступу   | Захід щодо зменшення наслідків відступу   | Програма виконання   |
|---|-----------|--|---|--|---|--|
| <b>6 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ</b>  |           |  |   |  |   |  |
| 6.1 Проект енергоблока не відповідає вимогам НП 306.2.205-2016  | (II)      | НП 306.2.205-2016 розділ I, п.1.4 розділ II, п. 6, 7, 14 розділ IV, п. 8, 10, 11 розділ V, п.1.24, 1.25, 1.28, 4.3, 5.3, 6.2, 10.5 | Можливий вплив на безпеку. Див. інформаційну картку №6.1 [14].  | Виконання заходів згідно «Переліку заходів із впровадження у ДП «НАЕК «Енергоатом» нормативно-правового акту НП 306.2.205-2016 «Вимоги до систем електропостачання, важливих для безпеки атомних станцій», погоджених ДІЯРУ листом вих.№15-15/1-3205 від 17.05.18р.  | Не потрібно   | «Перелік заходів із впровадження у ДП «НАЕК «Енергоатом» нормативно-правового акту НП 306.2.205-2016 «Вимоги до систем електропостачання, важливих для безпеки атомних станцій», погоджений ДІЯРУ вих.№15-15/1-3205 від 17.05.18р. |
| <b>7 НЕБЕЗПЕКИ ВНУТРІШНЬОГО ПОХОДЖЕННЯ</b>  |           |  |   |  |   |  |
| 7.1 Підвищується ймовірність невиконання функцій засобами пожежної сигналізації при землетрусах або при всіляких механічних, хімічних і інших впливах, тому що ці засоби виконані в загальнопромисловому виконанні, не сейсмостійкому | II        | пп.6.13, 7.2.3 ВБН В.1.1-034-03.307-2003 НАПБ 03.005-2002  | Впливає на безпеку. Підвищується ймовірність виникнення ВСА, тому що при сейсмічних, механічних, хімічних і інших впливах може виникнути неконтрольована пожежа, яка виявляється тільки обхідниками. Див. | Зробити заміну засобів пожежної сигналізації на відповідну вимогам Протипожежних норм проектування АС ВБН В.1.1-034-03.307-2003 НАПБ 03.005-2002 до обладнання АС відповідно з рішенням №ТР-М.1234-05.059-03 від 24.11.2003р. «О концепции реконструкции системы автоматической пожарной сигнализации АЭС Украины с реакторами ВВЭР-1000». | На період до впровадження засобів пожежної сигналізації, що відповідають вимогам до обладнання АС, безпека забезпечується виконанням вимог ІЛА з дій оперативного персоналу АС в умовах МРЗ при відмові АПС, у тому числі з видачею помилкових сигналів | №17101 КзПБ Термін виконання - 31.12.2020  |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока № 5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 351 |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил  | Оцінка впливу на безпеку  | Захід щодо усунення відступу  | Захід щодо зменшення наслідків відступу  | Програма виконання   |
|---|-----------|---|---|---|--|--|
|   |           |   | інформаційну картку №7.1[14].   |   |  |  |
| 7.3 У приміщеннях систем безпеки з електричною й електронною апаратурою є тільки пожежна сигналізація й первинні засоби пожежогасіння.<br>Установки газового пожежогасіння (автоматичної й неавтоматичної дії) відсутні | I         | р.1.4 Додаток Е<br>НАПБ 03.005-2002<br><br>10.11.5<br>НП 306.2.141-2008 | Не приводить до перевищення меж безпечної експлуатації.<br>Див.<br>інформаційну картку №7.3.[14]. | Розробити й впровадити в приміщеннях з електронною й електричною апаратурою проект стаціонарних установок газового пожежогасіння (автоматичної й неавтоматичної дії)<br><br>Рішення ОТР №ТР-М.1234.05.058.03 від 24.11.03, ТР-М.1234.03.72-04 від 15.10.2004, концептуальне технічне рішення КТР-М.1234.03-243.15 від 24.09.2015. | Внесене в експлуатаційні документи вимога: при проходженні сигналу від пожежних сповіщувачів відправити в приміщення чергового електромонтера для перевірки вірогідності сигналу й приведення в дію первинних засобів пожежогасіння з метою локалізації пожежі | №17103 КзПБ<br>Термін виконання - 31.12.2020<br>№17106 КзПБ<br>Термін виконання - 31.12.2021 |

### 8 НЕБЕЗПЕКИ ЗОВНІШНЬОГО ПОХОДЖЕННЯ

|  |      |  |  |  |             |  |
|--|------|--|--|--|-------------|--|
| 8.1 Проект енергоблока не відповідає вимогам НП 306.2.208-2016 | (II) | НП 306.2.208-2016 розділ II, п.4.2-4.3 розділ III, п. 1.2, 1.3, 2.12, 4.5, 4.9, 5.6 розділ V, п.2.5, 2.6 | Можливий вплив на безпеку.<br>Див.<br>інформаційну картку №8.1.[14]. | Виконання «Організаційно-технічних заходів ДП «НАЕК «Енергоатом» з впровадження НП 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій», погоджених ДІЯРУ листом вих. №15-33/1216 від 20.02.18р. | Не потрібно | Організаційно-технічні заходи ДП «НАЕК «Енергоатом» з впровадження НП 306.2.208-2016 пог.<br>Держатомрегулювання вих. №15-33/1216 від 20.02.2018р. |
|--|------|--|--|--|-------------|--|

### 9 АНАЛІЗ АВАРІЙ

|   |    |             |          |                                  |             |             |
|---|----|-------------|----------|----------------------------------|-------------|-------------|
| 9.1 Відсутні інтегральні значення ЧПАЗ, | II | п.4.21, 4.4 | Можливий | 1. Реалізувати захід КзПБ №19106 | Не потрібно | №19106 КзПБ |
|---|----|-------------|----------|----------------------------------|-------------|-------------|

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока № 5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 352 |

| Найменування відступу   | Категорія | Пункт правил      | Оцінка впливу на безпеку                             | Захід щодо усунення відступу   | Захід щодо зменшення наслідків відступу | Програма виконання            |
|---|-----------|-------------------|--|--|---|-------------------------------|
| ЧПП, ЧГАВ з урахуванням сейсмічних впливів для всіх станів РУ й БВ.<br>В ЗАБ не розглянуті всі можливі внутрішні й зовнішні події із частотою виникнення більше, чим 10-7 1/рік при різних станах РУ, а також їх можливі комбінації |           | НП 306.2.162-2010 | вплив на безпеку. Див. інформаційну картку 9.1 [14]. | «Розробка сейсмічного ІАБ» і виконати розрахунки інтегральних ЧПАЗ, ЧПП, ЧГАВ з урахуванням сейсмічних впливів для всіх станів РУ й БВ.<br>2. Розробити галузевий документ (методику), яка визначає комбінацію вихідних подій.<br>3. На підставі погодженої Держатомрегулювання методики врахувати можливі комбінації внутрішніх і зовнішніх подій із частотою виникнення більше, чим 10-7 1/рік при різних станах РУ в матеріалах аналізу безпеки |   | Термін виконання – 31.12.2022 |
| <b>10 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА БЕЗПЕКА</b>  |           |                   |  |  |   |                               |
| -   |           |                   |  |  |   |                               |

**Примітки:**

\* номер пункту відповідає таблиці 7.3.2.1 книги 8 частини 5 документа «Дополнительные материалы по анализу безопасности. Блок №5. Запорожская АЭС» 21.5.59.ОБ.01 і таблиці 24 ФБ-1.

\*\* На момент узгодження даного звіту на енергоблоці №5 реалізовані заходи, спрямовані на зменшення частоти пошкодження активної зони (ЧПАЗ). Впровадження цих заходів і зменшення ЧПАЗ, в свою чергу, знижує частоту граничного аварійного викиду (ЧГАВ). В рамках заходу КзПБ №19103 «Врахування повного спектру вихідних подій для всіх регламентних станів РУ та БВ в ІАБ» виконано оцінку впливу на рівень безпеки, яка показала, що реалізація всього комплексу запропонованих заходів на підставі результатів ІАБ 1-го та 2-го рівня для повного спектру вихідних подій РУ і БВ веде до значного зниження ризику. Звіт про виконання заходу КзПБ №19103 узгоджений Держатомрегулювання вих.15-22/03/8983-8949 від 04.08.2020. На підставі вищевикладеного в установленому порядку розробляється відповідне повідомлення про зміну до Книги 8.5 ДМАБ енергоблока №5 ЗАЕС з метою виключення відступу 1.5.



|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 353 |

### 3.2 Умови забезпечення безпечної експлуатації енергоблока у понадпроектний період

Забезпечення безпеки експлуатації енергоблока визначається результатами діяльності, які реалізуються в процесі експлуатації, включаючи оцінки безпеки, виконані в складі ЗППБ і наступними напрямками діяльності:

- забезпечення відповідності вимогам діючих НД;
- реалізація заходів щодо підвищення безпеки;
- діяльність з керування старінням;
- діяльність з кваліфікації обладнання;
- заміна обладнання, термін експлуатації якого минув;
- заходи щодо подальшого вдосконалювання систем обігу з РАО;
- удосконалювання існуючої експлуатаційної документації з урахуванням заходів, які реалізуються в усіх напрямках.

### 3.3 Оцінка впливу запланованих заходів на рівень безпеки енергоблока

У даному розділі представлена оцінка впливу запланованих заходів щодо підвищення безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС на рівень безпеки.

Перелік запропонованих заходів щодо підвищення безпеки, реалізація яких дозволить суттєво знизити значення ЧПАЗ, ЧПП, ЧГАВ РУ й ЧГАВ БВ наведено в Табл. 3.2 та розділі 5 ФБ-6 [57]. Термін виконання всього комплексу заходів, зазначених в Табл. 3.2, заплановано до кінця 2022 року.

Табл. 3.2 Заходи, направлені на підвищення рівня безпеки енергоблока, рекомендовані за результатами ІАБ

| №  | Область поліпшення   | Запланований захід   | Термін виконання, відповідно КзПБ           |
|----|--|--|---|
| 1. | ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС<br>ІАБ-1 БВ ЗЕВ всіх ЕС   | Забезпечення працездатності споживачів системи технічної води групи «А» при зневоднюванні бризкальних басейнів | До кінця 2019 року, див. захід КзПБ №13511. |
| 2. | ІАБ-1 РУ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС<br>ІАБ-1 БВ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 БВ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 БВ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-1 БВ ЗЕВ всіх ЕС | Забезпечення аварійного електропостачання в умовах тривалого повного знеживлення АЕС                           | До кінця 2019 року, див. захід КзПБ №15103. |
| 3. | ІАБ-1 РУ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС   | Модернізація САЕ 1-й групи надійності (включаючи заміну АБП, ЩПТ, АБ і т.д.)                                   | До кінця 2020 року, див. захід КзПБ №15202  |
| 4. | ІАБ-1 РУ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС   | Модернізація схем РЗА системи живлення власних потреб бкВ  | До кінця 2020 року, див. захід КзПБ №15204  |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 354 |

| №   | Область поліпшення   | Запланований захід  | Термін виконання, відповідно КзПБ                             |
|-----|--|---|---|
| 5.  | ІАБ-1 РУ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС   | Модернізація розподільних пристроїв 0,4 кВ  | До кінця 2020 року, див. захід КзПБ №15206                    |
| 6.  | ІАБ-1 РУ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС   | Модернізація схем РЗА із впровадженням реле на мікроелектронній базі.   | До кінця 2020 року, див. захід КзПБ №15208                    |
| 7.  | ІАБ-2 РУ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-2 РУ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-2 РУ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-2 РУ ЗЕВ всіх ЕС   | Запобігання раннього байпасування ГО в результаті влучення розплавлених мас активної зони в канали іонізаційних камер АКНП. Модернізація дверей шахти реактора. | До кінця 2019 року, див. захід КзПБ №16101                    |
| 8.  | ІАБ-2 РУ ВВП всіх ЕС<br>ІАБ-2 РУ ВП всіх ЕС<br>ІАБ-2 РУ ВЗ всіх ЕС<br>ІАБ-2 РУ ЗЕВ всіх ЕС   | Впровадження системи примусового скидання тиску з СГО   | До кінця 2020 року, див. захід КзПБ №16205                    |
| 9.  | ІАБ-1 РУ ЗЕВ всіх ЕС<br>ІАБ-1 БВ ЗЕВ всіх ЕС<br>ІАБ-2 РУ ЗЕВ всіх ЕС<br>ІАБ-2 БВ ЗЕВ всіх ЕС | Розробка сейсмічного ІАБ  | До кінця 2022 року, див. захід КзПБ №19106.                   |
| 10. | ІАБ-1, 2 для РУ и БВ   | Виконати аналіз комбінацій подій, що призводять до аварії   | У відповідності до ПМ-Т.0.18.011-19                           |
| 11. | ІАБ-1, 2 для РУ и БВ   | Виконати оцінку інтегрального значення ЧГАВ для РУ і БВ   | Наступне поточне оновлення, відповідно до СОУ-Н НАЕК 136:2017 |

У кількісному вираженні результати оцінки впливу реалізації всіх запропонованих заходів на рівень безпеки енергоблока №5 ЗАЕС наведено в Табл. 3.3.

Табл. 3.3 Сумарний вплив реалізації заходів на інтегральне значення ЧПАЗ, ЧПП, ЧГАВ РУ та ЧГАВ БВ

| № п.п. | Стан                                       | Кількісний показник безпеки | Інтегральне значення, 1/рік |
|--------|--|-----------------------------|-----------------------------|
| 1      | Поточний стан                              | ЧПАЗ                        | 6.38E-06                    |
|        |  | ЧГАВ РУ                     | 4.02E-06                    |
|        |  | ЧПП                         | 5.38E-06                    |
|        |  | ЧГАВ БВ                     | 5.25E-06                    |
| 2      | Прогноз за результатами реалізації заходів | ЧПАЗ                        | 4.99E-06                    |
|        |  | ЧГАВ РУ                     | 3.10E-06                    |
|        |  | ЧПП                         | 5.87E-07                    |
|        |  | ЧГАВ БВ                     | 4.52E-07                    |

Отримані в результаті кількісних розрахунків значення ЧПАЗ і ЧГАВ для РУ повністю задовольняють імовірнісним критеріям безпеки, встановленим у НП 306.2.141-2008 [3].

За результатами кількісної оцінки можна зробити висновок про те, що реалізація всього комплексу запропонованих заходів на підставі результатів ІАБ 1-го й 2-го рівня

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 355 |

РУ для повного спектра подій веде до значного зниження ризику пошкодження активної зони (зниження інтегрального значення ЧПАЗ становить близько 21.79%), а також до зниження ризику виникнення граничного аварійного викиду (зниження ЧГАВ становить 22.89%).

Реалізація комплексу запропонованих заходів на підставі результатів ІАБ 1-го й 2-го рівня для БВ веде до значного зниження ризику пошкодження палива (зниження інтегрального значення ЧПП становить близько 89.09%), а також до зниження ризику виникнення граничного аварійного викиду (зниження ЧГАВ становить близько 91.39%).

Таким чином, можна зробити висновок, що плановані ЗАЕС технічні й організаційні заходи на період понадпроектної експлуатації енергоблока дозволять забезпечити подальше поліпшення показників безпеки.

Оцінка й прогноз стану ФБ-6 [57] на період понадпроектної експлуатації енергоблока вимагає постійного вивчення, контролю й аналізу реалізованих на енергоблоці модернізацій і заходів, спрямованих на підвищення безпеки.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 356 |

## **4 ПЛАН РЕАЛІЗАЦІЇ КОРИГУЮЧИХ ЗАХОДІВ**

### **4.1 Заходи щодо підвищення безпеки**

Заходи щодо усунення (або компенсації) відступів від вимог чинних норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки, включаючи терміни їх реалізації наведені в Табл. 3.1.

Перелік заходів, розроблений за результатами переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС, спрямованих на усунення дефіциту безпеки енергоблока №5 та розподілених за характерними областями і категоріями представлено у Табл. 4.1.

Для приведення проектної безпеки енергоблока №5 ЗАЕС у відповідність національним і міжнародним вимогам НТД з безпеки розроблені й реалізуються заходи «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій» [15].

Аналіз аварійних феноменів важких аварій виконується згідно «Программы работ по анализу аварийных феноменов тяжелых аварий» ПМ-Т.0.41.414-15 [237].

|                |   |          |
|----------------|---|----------|
| ДП НАЕК        | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОПБ.00 |   | Стр. 357 |

Табл. 4.1 Перелік заходів розроблених за результатами переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки                       |
|----------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------|--|
| 01-01-01 | Розробка матеріалів і виконання кваліфікації елементів енергоблока   | КзПБ №10101                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Загальне                               |
| 01-02-01 | Впровадження встаткування й методики проведення сипінг-методу КГО в робочій штанзі перевантажувальної машини в процесі транспортування ТВЗ | КзПБ №11302                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Активна зона реактора й обіг з паливом |
| 01-03-01 | Зниження ризику пошкодження активної зони в стані РУ "перевантаження палива"   | КзПБ №11303                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Активна зона реактора й обіг з паливом |
| 01-04-01 | Заміна неущільнених стелажів для зберігання відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) в басейнах витримки (БВ) на ущільнені стелажі (СУЗП)     | КзПБ №11304                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Активна зона реактора й обіг з паливом |
| 01-05-01 | Забезпечення підживлення й охолодження басейну витримки в умовах тривалого повного знеструмлення АЕС                                       | КзПБ №11305                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Активна зона реактора й обіг з паливом |
| 01-06-01 | Підвищення надійності захисту 1 го контуру від високого тиску в холодному стані  | КзПБ №12101                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Цілісність компонентів                 |
| 01-07-01 | Впровадження концепції «теча перед руйнуванням» для ГЦТ 1-го контуру   | КзПБ №12102                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Цілісність компонентів                 |
| 01-08-01 | Запобігання наслідків пов'язаних з розривами трубопроводу другого контуру за межами герметичного обсягу                                    | КзПБ №12201                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Цілісність компонентів                 |
| 01-09-01 | Впровадження вдосконаленої системи діагностики щільності т/о САОЗ  | КзПБ №12202                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Цілісність компонентів                 |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 358 |

| № п/п    | Опис заходу   | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки       |
|----------|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------|
| 01-10-01 | Заміна зворотних клапанів на трубопроводах гострої пари з підвищенням їх надійності та ремонтпридатності  | КзПБ №12203                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Цілісність компонентів |
| 01-11-01 | Впровадження встаткування для вдосконалення ущільнення головного роз'єму реактора   | КзПБ №12302                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Цілісність компонентів |
| 01-12-01 | Розробка й реалізація організаційно-технічних заходів щодо керування аварією: теча теплоносія з 1- го контуру в 2- ой еквівалентним перетином Ду 100  | КзПБ №12401                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Цілісність компонентів |
| 01-13-01 | Аналіз можливості і обґрунтування режиму з роботою САОЗ ВД / САОЗ НД від суміжного приймку через лінію планового розхолодження без ТОАР. Розробка відповідних аварійних процедур                                | КзПБ №13101                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи                |
| 01-14-01 | Модернізація алгоритму запуску каналів СБ по сигналу «Розривний захист» 2-го контуру з метою своєчасного введення негативної реактивності та недопущення режиму повторної критичності (запуск каналів TQ 14-34) | КзПБ №13102                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи                |
| 01-15-01 | Впровадження заборони одночасного введення позитивної реактивності двома та більше способами  | КзПБ №13103                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи                |
| 01-16-01 | Живлення від надійного живлення II категорії систем нормальної експлуатації, які забезпечують підкритичність реактора   | КзПБ №13202                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи                |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 359 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки |
|----------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| 01-17-01 | Заміна ЗК ПГ з кваліфікацією на пар, пароводяну суміш і воду, з функцією аварійного скидання тиску з ПГ  | КзПБ №13301                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |
| 01-18-01 | Забезпечення працездатності ШРУ-А під час витікання пароводяної суміші, води, а також із забезпеченням надійного виконання функції аварійного скидання тиску   | КзПБ №13302                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-19-01 | Живлення від надійного живлення II категорії систем нормальної експлуатації, які забезпечують довготривале підживлення баків аварійної живильної води і ПГ в аварійних умовах                                  | КзПБ №13303                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |
| 01-20-01 | Забезпечення можливості введення в роботу системи продувки-підживлення у випадку локалізації ГО й забезпечення автоматичного введення в роботу системи борного концентрату (ТВ10) у випадку течі 1-го контуру. | КзПБ №13304                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-21-01 | Забезпечення дублювання функції відведення залишкових тепловиділень при низьких параметрах в РУ в разі відмови лінії планового розхолодження.  | КзПБ №13305                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |
| 01-22-01 | Забезпечення підживлення ПГ в умовах тривалого повного знеструмлення АЕС   | КзПБ №13307                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-23-01 | Підвищення надійності Виконання Функції тепловідведення від 1 го контуру (в тому числі реалізація Функції «скидання-підживлення»)  | КзПБ №13401                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 360 |

| № п/п    | Опис заходу   | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки |
|----------|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| 01-24-01 | Модернізація САОЗ ВТ для забезпечення можливості керування тиском на напорі при роботі насоса системи на 1- й контур              | КзПБ №13402                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-25-01 | Модернізація САОЗ НТ для забезпечення можливості управління витратою при роботі насоса системи на 1 й контур                      | КзПБ №13403                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |
| 01-26-01 | Заміна автономних кондиціонерів на кондиціонери, кваліфіковані на “жорсткі” умови й сейсмічні впливи                              | КзПБ №13501                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-27-01 | Впровадження комплексної системи діагностики систем РУ  | КзПБ №13502                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-28-01 | Організація нових місць контролю концентрації бору-10 у системах, пов'язаних з 1-м контуром.                                      | КзПБ №13503                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-29-01 | Установка клапанів типу «Диск» на системах конденсатно-живильного тракту і паророзподілу  | КзПБ №13504                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-30-01 | Вогнезахист кабельних трас над збірками РТЗО  | КзПБ №13505                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |
| 01-31-01 | Впровадження системи очищення на «ходу» карт бризгальних басейнів технічної води відповідальних споживачів                        | КзПБ №13507                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |
| 01-32-01 | Модернізація системи «періодичної» і «постійної» продувки парогенераторів з метою запобігання дефектам на швах №111 колекторів ПГ | КзПБ №13508                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Системи          |



|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 361 |

| № п/п    | Опис заходу   | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки |
|----------|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| 01-33-01 | Впровадження системи «промислового» телебачення для пожежно/вибухонебезпечних і необслуговуваних приміщень  | КзПБ №13509                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-34-01 | Впровадження «прочноплотных глушек» у колекторах ПГ при виконанні ремонтних робіт   | КзПБ №13510                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-35-01 | Забезпечення працездатності споживачів системи технічної води групи «А» при зневоднюванні бризкальних басейнів  | КзПБ №13511                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Системи          |
| 01-36-01 | Приладове забезпечення під час і після аварій   | КзПБ №14101                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |
| 01-37-01 | Впровадження системи контролю переміщення трубопроводів 1-го контуру.   | КзПБ №14102                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |
| 01-38-01 | Модернізація ІОС енергоблока з інтеграцією систем АСРК, АСКРО й СППБ  | КзПБ №14103                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |
| 01-39-01 | Модернізація системи контролю водневого охолодження генератора  | КзПБ №14104                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | АСУ ТП           |
| 01-40-01 | Модернізація системи нормальної експлуатації важливої для безпеки реакторного відділення (СНЕ ВБ РВ) (контрольно-вимірювальні прилади (КВП), технологічні захисти, блокування та сигналізація (ТЗБтаС), система автоматичного регулювання й дистанційного керування (САРтаДК), устаткування спецкорпусів класу без- | КзПБ №14105                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | АСУ ТП           |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 362 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки |
|----------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
|          | пеки 3Н)   |                             |                             |                |                  |
| 01-41-01 | Модернізація системи нормальної експлуатації важливої для безпеки турбінного відділення (СНЕ ВБ ТВ) (контрольно-вимірювальні прилади (КВП), система контролю механічних величин турбіни (СКМВТ), технологічні захисти, блокування та сигналізація (ТЗБтаС), система автоматичного регулювання та дистанційного керування (САРтаДК) | КзПБ №14106                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |
| 01-42-01 | Запобігання відмови керуючих систем і аварійного захисту по загальній причини через відсутність фізичного поділу імпульсних ліній  | КзПБ №14201                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | АСУ ТП           |
| 01-43-01 | Модернізація АКНП із інтегруванням системи СКП і реактиметра   | КзПБ №14202                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |
| 01-44-01 | Модернізація АЗ-ПЗ з метою приведення у відповідність до вимог НТД   | КзПБ №14203                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | АСУ ТП           |
| 01-45-01 | Модернізація АРМ, РОМ з метою приведення у відповідність із вимогами НТД   | КзПБ №14204                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |
| 01-46-01 | Модернізація системи керування приводами СУЗ, включаючи систему силового живлення  | КзПБ №14205                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |
| 01-47-01 | Модернізація приводів ОР СУЗ, включаючи блоки електромагнітів і датчики положення ОР СУЗ   | КзПБ №14206                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | АСУ ТП           |
| 01-48-01 | Модернізація керуючих систем безпеки із заміною УКТС   | КзПБ №14301                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП           |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 363 |

| № п/п    | Опис заходу   | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки  |
|----------|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| 01-49-01 | Модернізація систем радіаційного контролю (СРК) АЕС   | КзПБ №14401                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП            |
| 01-50-01 | Модернізація СВРК з вбудованою системою імітатора реактора і розширеними функціями контролю і діагностики активної зони | КзПБ №14402                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | АСУ ТП            |
| 01-51-01 | Впровадження системи по забезпеченню збереження інформації в умовах проектних і запроектованих аварій («чорний ящик»)   | КзПБ №14403                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП            |
| 01-52-01 | Модернізація системи керування резервних дизель-генераторів   | КзПБ №14404                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП            |
| 01-53-01 | Модернізація системи керування машини перевантажувальної  | КзПБ №14405                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП            |
| 01-54-01 | Модернізація системи АХК- 1,2. Удосконалювання й автоматизація водно-хімічного режиму 1- го й 2- го контурів            | КзПБ №14406                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП            |
| 01-55-01 | Інтеграція АСКРО АЕС у Єдину автоматизовану систему контролю радіаційної обстановки                                     | КзПБ №14408                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | АСУ ТП            |
| 01-56-01 | Забезпечення аварійного електропостачання в умовах тривалого повного знеживлення АЕС                                    | КзПБ №15103                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-57-01 | Заміна вимикачів 6 кВ у каналах СБ і на СВБ, загальностанційних і блокових схемах СН                                    | КзПБ №15201                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 364 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки  |
|----------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| 01-58-01 | Модернізація САЕ 1-ї групи надійності (включаючи заміну АБП, ЩПТ, АБ і т.д.)   | КзПБ №15202                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-59-01 | Модернізація кабельного господарства систем безпеки  | КзПБ №15203                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | АСУ ТП            |
| 01-60-01 | Модернізація схем РЗА системи живлення власних потреб 6кВ  | КзПБ №15204                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-61-01 | Модернізація СВБ із заміною електродвигунів 6 і 0,4 кВ.  | КзПБ №15205                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Електропостачання |
| 01-62-01 | Модернізація розподільних пристроїв 0,4 кВ   | КзПБ №15206                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-63-01 | Модернізація силових і керуючих гермопроходок через контаймент   | КзПБ №15207                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-64-01 | Модернізація схем РЗА із впровадженням реле на мікроелектронній базі.  | КзПБ №15208                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-65-01 | Оснащення силового маслonaповненого обладнання головної схеми видачі потужності АЕС установками пасивної механічної системи запобігання вибуху | КзПБ №152089                | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-66-01 | Оптимізація електропостачання арматури ТГ, ТХ для забезпечення принципу канальності  | КзПБ №15211                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Електропостачання |
| 01-67-01 | Модернізація системи збудження генератора  | КзПБ №15212                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |
| 01-68-01 | Установка РТСН-5,6 для підвищення надійності електропостачання власних потреб  | КзПБ №15213                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Електропостачання |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 365 |

| № п/п    | Опис заходу   | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки                    |
|----------|---|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 01-69-01 | Запобігання раннього байпасування ГО в результаті влучення розплавлених мас активної зони в канали іонізаційних камер АКНП. Модернізація дверей шахти реактора. | КзПБ №16101                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 01-70-01 | Впровадження системи контролю концентрації водню в ГО для запроектованих аварій   | КзПБ №16201                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 01-71-01 | Оснащення енергоблоків ВП АЕС системами дистанційного контролю зусиль в АК СПЗО   | КзПБ №16202                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 01-72-01 | Розробка й впровадження заходів щодо зниження концентрації водню в ГО для запроектованих аварій   | КзПБ №16203                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Контаймент і будівельні конструкції |
| 01-73-01 | Впровадження системи примусового скидання тиску з СГО   | КзПБ №16205                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 01-74-01 | Модернізація системи автоматичної пожежної сигналізації приміщень систем безпеки АЕС  | КзПБ №17101                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні небезпеки                 |
| 01-75-01 | Розробка й реалізація системи протидимного захисту приміщень і евакуаційних коридорів РВ, що не мають обмежень по зв'язку з навколишнім середовищем             | КзПБ №17102                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Внутрішні небезпеки                 |
| 01-76-01 | Оснащення стаціонарними установками автоматичного газового пожежогасіння приміщень АЕС, що містять електричне й електронне встаткування                         | КзПБ №17103                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні небезпеки                 |
| 01-77-01 | Оснащення установками автоматичного контролю силового маслонунав-   | КзПБ №17104                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні небезпеки                 |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 366 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки  |
|----------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
|          | неного встаткування головної схеми видачі потужності АЕС   |                             |                             |                |                   |
| 01-78-01 | Модернізація системи автоматичної пожежної сигналізації приміщень РВ, ДВ, ЕЕТУ, МЗ, СК   | КзПБ №17105                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні безпеки |
| 01-79-01 | Оснащення стаціонарними неавтоматичними установками газового пожежогасіння приміщень АЕС, що містять електротехнічне й електронне встаткування   | КзПБ №17106                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні безпеки |
| 01-80-01 | Установка вогнезатр. клапанів на воздуховодах у протипожеж. перегородок вентиляц. центрів, приміщ. акумуляторних батарей, кабел. споруд і приміщень, що містять електрич. і електронне встаткування, які відокремлюють їх від приміщ. ін. кат. за взривопож. та пожеж. безпеки | КзПБ №17107                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні безпеки |
| 01-81-01 | Доведення до нормованого значення межі вогнестійкості змінних негорючих конструкцій кабельних каналів і фальшполів приміщень АЕС з електричним та електронним обладнанням  | КзПБ №17108                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Внутрішні безпеки |
| 01-82-01 | Устаткування автоматичними установками пожежогасіння трансформаторів власних потреб енергоблоків АЕС   | КзПБ №17109                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні безпеки |
| 01-83-01 | Заміна горючого утеплювача крівлі машинного залу   | КзПБ №17110                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконано       | Внутрішні безпеки |
| 01-84-01 | Модернізація ШЗВК з метою стійкості до внутрішніх і зовнішніх впливів  | КзПБ №17201                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Внутрішні безпеки |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 367 |

| № п/п    | Опис заходу   | Програма, що реалізує захід           | Строк виконання  | Стан виконання | Напрямок безпеки                                   |
|----------|---|---------------------------------------|--|----------------|--|
| 01-85-01 | Забезпечення сейсмостійкості елементів, систем і споруджень, важливих для безпеки                                   | КзПБ №18101                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконується    | Зовнішні небезпеки                                 |
| 01-86-01 | Впровадження системи сейсмологічного моніторингу майданчика АЕС   | КзПБ №18102                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконується    | Зовнішні небезпеки                                 |
| 01-87-01 | Розробка ЗАБ відповідно до вимог НД в повному обсязі  | КзПБ №19101                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконано       | Аналізи аварій                                     |
| 01-88-01 | Розробка оперативного ІАБ   | КзПБ №19102                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконується    | Аналізи аварій                                     |
| 01-89-01 | Облік повного спектра вихідних подій для всіх регламентних станів РУ у ІАБ  | КзПБ №19103                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконано       | Аналізи аварій                                     |
| 01-90-01 | Розробка сейсмічного ІАБ  | КзПБ №19106                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконується    | Аналізи аварій                                     |
| 01-91-01 | Удосконалення управління аварійними процесами   | КзПБ №19201                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконано       | Аналізи аварій                                     |
| 01-92-01 | Розробка, технічне обґрунтування, валідація та впровадження СОАІ для управління проектними і запланованими аваріями | КзПБ №19202                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконано       | Аналізи аварій                                     |
| 01-93-01 | Удосконалення інструкцій з ліквідації аварій, що виникають при зниженій потужності і в ППР                          | КзПБ №19203                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконано       | Аналізи аварій                                     |
| 01-94-01 | Виконання аналізу важких аварій. Розробка РУТА  | КзПБ №19204                           | Згідно з план-графіком КзПБ  | Виконано       | Аналізи аварій                                     |
| 01-95-01 | Виконати заходи щодо усунення відхилень проекту енергоблока від діючих норм і правил з безпеки                      | Книга 8 частина 5 ДМАБ енергоблока №5 | Згідно з термінами, свтановленими у Кн. 8 ч. 5 ДМАБ енергоблока №5 | Виконується    | Усунення відступів від НТД                         |
| 02-01-01 | Виконати «Організаційно-технічні заходи щодо впровадження НП  | За графіком                           | Згідно з ОТЗ   | Виконується    | Підвищення обґрунтованості оцінки технічного стану |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 368 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання         | Стан виконання | Напрямок безпеки                    |
|----------|--|-----------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------------------|
|          | 306.2.208-2016 «Вимоги до сейсмостійкого проекту ванна та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій». Погоджені Держатомрегулювання №15-33/1216 від 20.02.2018.   |                             |                         |                |                                     |
| 02-02-01 | Виконати аналіз відповідності СГО ЛСБ енергоблоків ВП ЗАЕС вимогам нововведеного НП 306.2.218-2018. Розробити і надати на узгодження до Держатомрегулювання Заходи щодо усунення відступів від вимог НП 306.2.218-2018 із зазначенням термінів усунення. | 05.МР.ХА.РШ.559-19          | 2020 рік                | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 02-03-01 | Виконати роботи по приведенню СГО ЛСБ у відповідність до вимог НП 306.2.208-2016 згідно «Організаційно-технічних заходів ДП «НАЕК «Енергоатом» щодо впровадження НП 306.2.208-2016».   | 05.МР.ХА.РШ.559-19          | 2023 рік                | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 03-01-01 | Узгодити звітні матеріали з кваліфікації в повному обсязі  | КзПБ №10101                 | ППР-2020                | Виконується    | Кваліфікація встаткування           |
| 03-02-01 | Завершити виконання компенсуючих заходів   | Фактор безпеки 3            | ППР-2020                | Виконується    | Кваліфікація встаткування           |
| 03-03-01 | Відкоригувати і узгодити «Розгорнутий перелік обладнання енергоблока №5 ВП «Запорізька АЕС», що підлягає кваліфікації»   | Фактор безпеки 3            | 3 місяці після ППР-2020 | Виконується    | Кваліфікація встаткування           |
| 03-04-01 | Розробити програму робіт по збереженню кваліфікації  | Фактор безпеки 3            | 31.12.2020              | Виконується    | Кваліфікація встаткування           |
| 04-01-01 | Актуалізація «Програми управління старінням елементів і конструкцій енергоблоків 1-6 ВП ЗАЕС»  | 123456.1020.00.МР.ПМ.23-16  | 4 квартал 2020 року     | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |



|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 369 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання            | Стан виконання | Напрямок безпеки                    |
|----------|--|-----------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 04-02-01 | Виконати аналіз відповідності СГО ЛСБ енергоблоків ВП ЗАЕС вимогам нововведеного НП 306.2.218-2018. Розробити і надати на узгодження до Держатомрегулювання Заходи щодо усунення відступів від вимог НП 306.2.218-2018 із зазначенням термінів усунення.   | 05.МР.ХА.РІШ.559-19         | 2020 рік                   | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 04-03-01 | Виконати роботи по приведенню СГО ЛСБ у відповідність до вимог НП 306.2.208-2016 згідно «Організаційно-технічних заходів ДП «НАЕК «Енергоатом» щодо впровадження НП 306.2.208-2016».   | 05.МР.ХА.РІШ.559-19         | 2023 рік                   | Виконується    | Контаймент і будівельні конструкції |
| 05-01-01 | Надання верифікації розрахункових моделей кодів LOFTRAN, VIPRE-W   | Фактор безпеки 5            | 2023 рік                   | Планується     | Аналізи аварій                      |
| 05-02-01 | Обґрунтування можливості застосування кореляції ОКБ «Гідропрес» для палива компанії «Вестінгауз» на галузевому рівні   | Фактор безпеки 5            | 2023 рік                   | Планується     | Аналізи аварій                      |
| 05-03-01 | Оновлення АПА і АЗПА енергоблоку №5 ЗАЕС за результатами розробки ФБ-5 ЗППБ ЗАЕС-5.  | Фактор безпеки 5            | 2023 рік                   | Планується     | Аналізи аварій                      |
| 05-04-01 | Аналіз важких аварій з урахуванням впровадження палива ТВЗ-WR для стану енергоблоку з ущільненим і розущільненим реактором з метою врахування всіх аспектів, які досліджуються при обґрунтуванні управління і пом'якшення наслідків важких аварій, таких як ефективність конкретних стратегій, радіаційні наслідки | Фактор безпеки 5            | В рамках актуалізації КУВА | Планується     | Аналізи аварій                      |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 370 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід  | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки |
|----------|--|--|-----------------------------|----------------|------------------|
| 05-05-01 | Оновлення верифікації та валідації розрахункових моделей MELCOR з урахуванням впровадження ТВЗ-WR  | Фактор безпеки 5   | В рамках актуалізації КУВА  | Планується     | Аналізи аварій   |
| 05-06-01 | Виконання оцінки радіаційних наслідків АЗПА (включаючи ВА) в повному обсязі, з урахуванням оцінки радіаційних наслідків для БВ і розщільненого першого контуру         | Фактор безпеки 5   | В рамках актуалізації КУВА  | Планується     | Аналізи аварій   |
| 05-07-01 | Виконати розрахунковий аналіз ВП «Обрив вала ГЦН»  | В рамках провадження ТВЗ- WR у промислову експлуатацію   | 2021 рік                    | Планується     | Аналізи аварій   |
| 05-08-01 | Оновлення розрахункових аналізів ВП АПА з роботою насосів САОЗ з використанням консервативних витратних характеристик в обсязі, що розглядається в АПА ЗАБ енергоблоку | В рамках провадження ТВЗ- WR у промислову експлуатацію   | 2021 рік                    | Планується     | Аналізи аварій   |
| 05-09-01 | Оновлення розрахункових аналізів ВП АПА при розхолодженні, зупині, поведженні з паливом та РАВ   | В рамках провадження ТВЗ- WR у промислову експлуатацію   | 2021 рік                    | Планується     | Аналізи аварій   |
| 05-10-01 | Виконати аналіз критичності БВ в частині АЗПА  | Заходи щодо впровадження НП 306.2.221-2019 "Вимоги безпеки під час поведження з ядерним паливом" | Згідно з Заходами...»       | Планується     | Аналізи аварій   |
| 06-01-01 | Розробка сейсмічного ІАБ   | КзПБ №19106  | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Аналізи аварій   |
| 07-01-01 | Аналіз впливу на безпеку енергоблока сейсмічних впливів  | КзПБ №10101<br>КзПБ №18101<br>КзПБ №19106  | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Аналізи аварій   |
| 07-02-01 | Впровадження заходів щодо недопу-  | КзПБ №16201  | Згідно з план-графіком      | Виконується    | Системи          |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 371 |

| № п/п    | Опис заходу  | Програма, що реалізує захід | Строк виконання             | Стан виконання | Напрямок безпеки                            |
|----------|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------|---|
|          | щення ушкодження ГО внаслідок утвору вибухонебезпечних концентрацій усередині встаткування й гермооб'єма РВ            | КзПБ №16205                 | КзПБ                        |                |   |
| 07-03-01 | Аналіз комбінацій вихідних подій   | ПМ-Т.0.18.011-19 [228]      |                             | Виконується    | Аналізи аварій                              |
| 13-01-01 | Виконати оцінку сейсмостійкості споруд і обладнання ВКЦ і ЦТП  | Фактор безпеки 13           | 31.12.2025                  | Виконується    | Аварійна готовність                         |
| 13-02-01 | Виконати електромонтажні роботи згідно з розробленою ПКД по модернізації аварійного освітлення в приміщеннях ВКЦ і ЦТП | Фактор безпеки 13           | 31.12.2025                  | Виконується    | Аварійна готовність                         |
| 13-03-01 | Модернізація систем вентиляції і кондиціонування повітря ВКЦ АЕС   | Фактор безпеки 13           | 31.12.2025                  | Виконується    | Аварійна готовність                         |
| 13-04-01 | Виконати перевірку зовнішнього кризового центру  | Фактор безпеки 13           | 10.10.2020                  | Виконується    | Аварійна готовність                         |
| 14-01-01 | Модернізація систем радіаційного контролю (СРК) АЕС  | КзПБ №14101                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Вплив експлуатації на навколишнє середовище |
| 14-02-01 | Інтеграція АСКРО в єдину автоматизовану систему контролю радіаційної обстановки  | КзПБ №14408                 | Згідно з план-графіком КзПБ | Виконується    | Вплив експлуатації на навколишнє середовище |
| 15-01-01 | Виконати актуалізацію ТОБ, ДМАБ енергоблока №5 ВП ЗАЕС за результатами періодичної переоцінки безпеки                  | НП 306.2.162-2010           | 2022 рік                    | Планується     | Аналіз безпеки                              |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 372 |

## 5 ВИСНОВКИ ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОБЛОКА №5 ВП ЗАЕС

Проведений аналіз поточної проєктної конфігурації енергоблока (фактор безпеки ФБ-1) показує, що:

- з урахуванням виконаних модернізацій проєкт енергоблока включає всі необхідні елементи для забезпечення ефективності бар'єрів на шляху поширення радіоактивності;
- забезпечено достатню кількість систем безпеки, для забезпечення готовності систем безпеки застосовані принципи резервування, незалежності, фізичного поділу, різноманітності;
- відступи проєкту енергоблока від вимог діючих нормативних документів проаналізовано, оцінено їх вплив на безпеку, за виявленими невідповідностями реалізуються коригувальні заходи;
- підтверджено наявність на АЕС комплексу технічної документації, необхідної для забезпечення безпечної експлуатації енергоблока.

Проведений аналіз технічного стану систем і елементів енергоблока (ФБ-2 – ФБ-4) показує, що:

- технічний стан систем і елементів енергоблока, важливих для безпеки, забезпечує надійне виконання покладених на них функцій;
- здійснюється програма робіт з кваліфікації обладнання, існує система звітності про виконання даних робіт і її надійне зберігання;
- виконується програма управління старінням споруд, систем та елементів, важливих для безпеки.

Роботи з кваліфікації обладнання енергоблока №5 на «жорсткі» умови та сейсмічні впливи завершені, ведуться роботи з оформлення результатів. До кінця ППР-2020 потрібно завершити погодження підсумкових звітів з Кваліфікації обладнання енергоблока №5.

За результатами аналізу безпеки енергоблока детерміністичними і імовірнісними методами (ФБ-5 – ФБ-7) було підтверджено, що на сьогодні для енергоблока №5 ЗАЕС в достатньому обсязі виконуються вимоги щодо забезпечення безпеки реакторної установки, передбачені нормативними документами. Оцінка аналізу безпеки вимагає постійного вивчення, контролю та аналізу реалізованих на енергоблоці заходів КзПБ та модернізацій, спрямованих на підвищення безпеки, накопичення і підтримки в актуальному стані статистичних даних.

Отримані у результаті кількісних розрахунків значення ЧПАЗ і ЧГАВ РУ повністю задовольняють імовірнісним критеріям безпеки, встановленим в НП 306.02.141-2008 [3] для діючих енергоблоків АЕС, а саме: ЧПАЗ –  $6,38E-06 < 1,0E-04$  1/рік, ЧГАВ РУ –  $4,02E-06$  1/рік  $< 1,0E-05$  1/рік, інтегральна ЧГАВ РУ та БВ (консервативна) -  $9,27E-06$  1/рік  $< 1,0E-05$  1/рік.

За результатами виконаного аналізу безпеки можна стверджувати, що відсутні передумови для зниження рівня безпеки енергоблока при експлуатації у

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 373 |

понадпроектний термін, більш того, існує стійка тенденція підвищення рівня безпеки енергоблока по мірі впровадження організаційно-технічних заходів різних програм з підвищення безпеки (на момент проведення переоцінки діє програма КзПБ, яка розрахована на період 2011-2023). Попередня кількісна оцінка заходів, спрямованих на підвищення безпеки (див. Розділ 3 цього звіту), підтверджує, що значення ЧПАЗ і ЧГАВ будуть задовольняти імовірнісним критеріям безпеки, встановленим у НП 306.2.141-2008 «Загальні положення безпеки атомних станцій», та критеріям безпеки МАГАТЕ для діючих енергоблоків АЕС (Accident Analysis for Nuclear Power Plants. ISBN 92-0-115602-2. STI/PUB/1131. IAEA. Vienna. 2002). Отримані прогнозовані значення ЧПАЗ і ЧГАВ представлені в таблиці 3.2 глави «Комплексний аналіз безпеки» звіту з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.

У зв'язку з відсутністю на даний момент виконаних у повному об'ємі аналізів впливу землетрусів та комбінацій вихідних подій на безпеку енергоблока №5 ВП ЗАЕС, оцінка впливу зазначених подій віднесена до коригуючих заходів, викладених у розділі 4.1.

Проведений аналіз різних аспектів експлуатації енергоблока (ФБ-8 – ФБ-13) показує, що:

- експлуатація енергоблока №5 Запорізької АЕС ведеться відповідно до проекту, дотримуються межі і умови безпеки, передбачені проектною документацією, виконуються вимоги чинних норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки;
- керівники і персонал прихильні принципам культури безпеки;
- експлуатаційний персонал має високу кваліфікацію, яка постійно підтримується і підвищується завдяки застосуванню системного підходу до навчання;
- експлуатаційна документація відповідає вимогам ядерної та радіаційної безпеки, ясно і чітко визначає всі експлуатаційні режими установки, відповідає аналізам безпеки і поточному стану енергоблока АЕС;
- розроблена і реалізується система обліку експлуатаційних показників безпеки і подій, важливих для безпеки, з виробленням і реалізацією заходів щодо компенсації на всіх однотипних енергоблоках АЕС України, а також враховується зарубіжний досвід і дані останніх наукових та інженерних розробок;
- оцінено стан і тенденції зміни безпеки енергоблока, виходячи з досвіду його експлуатації;
- ВП ЗАЕС має відповідні аварійні плани, кваліфікований персонал і устаткування для дій в аварійній ситуації, координує свої плани з Єдиною державною системою запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, загальну координацію якої здійснює Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій, і регулярно перевіряє аварійну готовність шляхом навчання і тренувань.

Проведений аналіз радіаційного впливу експлуатації енергоблока на навколишнє середовище (ФБ-14) показує, що:

- радіаційний вплив на навколишнє середовище є істотно нижчим від встановлених санітарних норм і практично знаходиться на рівні природнього фону, виміряного на майданчику до початку експлуатації;

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 374 |

- створена та ефективно діє система контролю за викидами і скидами АЕС.

Результати аналізу впливу експлуатації енергоблока на навколишнє середовище дозволяють припускати, що в подальшому вплив буде перебувати на цьому ж рівні, тобто немає передумов для погіршення радіаційного стану навколишнього середовища навколо ВП ЗАЕС.

Комплексний аналіз оцінених факторів безпеки дозволяє зробити висновок, що проект енергоблока, технічні засоби та адміністративні заходи щодо захисту споруд, систем та елементів забезпечують безпечну, надійну і ефективну експлуатацію енергоблока.

Безпека експлуатації енергоблока №5 в понадпроектний термін забезпечується реалізованими і запланованими до реалізації технічними та організаційними заходами, спрямованими на запобігання порушенням нормальної експлуатації, аварійним ситуаціям та аваріям, а також обмеження їх наслідків.

Рівень безпеки енергоблока №5 не нижче встановленого в діючих нормах і правилах з ядерної та радіаційної безпеки.

Згідно з виконаними розрахунками, дотримуються цільові критерії безпеки для діючих енергоблоків. Частота важкого пошкодження активної зони менш ніж  $10^{-4}$  1/рік. Частота граничного аварійного викиду радіоактивних речовин в навколишнє природне середовище від РУ, а також оцінене консервативно як сума значення ЧГАВ РУ та БВ менше ніж  $10^{-5}$  1/рік. Заплановані ЗАЕС технічні та організаційні заходи на наступні роки дозволять забезпечити подальше поліпшення показників безпеки.

Політика ЕО і ВП ЗАЕС, в основу якої покладено принцип постійного підвищення безпеки АЕС, включає постійний контроль і аналіз стану безпеки енергоблока №5.

Результати прогнозування технічного стану елементів, важливих для безпеки енергоблока, що отримано під час виконання періодичної переоцінки безпеки енергоблока, дозволяють безпечно експлуатувати енергоблок в понадпроектний термін як мінімум до наступної періодичної переоцінки безпеки.

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5 | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 375 |

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» №39/95ВР, зі змінами та доповненнями.
2. Закон України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» №1370-XIV, зі змінами та доповненнями.
3. НП 306.2.141-2008. Общие положения безопасности атомных станций.
4. НП 306.2.106-2005. Вимоги до проведення модифікацій ядерних установок та порядку оцінки їх безпеки.
5. НП 306.2.099-2004. Загальні вимоги до продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний строк за результатами здійснення періодичної переоцінки безпеки.
6. СОУ-Н ЯЕК 1.004:2007. Вимоги до структури і змісту звіту з періодичної переоцінки безпеки енергоблоків діючих АЕС. – Мінтопэнерго, 2007.
7. SSG-25, МАГАТЭ, Вена (2016). Серия норм МАГАТЭ по безопасности. «Периодическое рассмотрение безопасности атомных электростанций». Специальное руководство по безопасности. (МАГАТЭ, Вена, 2016 год).
8. 05.MP.00.ПМ.23-17. Программа подготовки энергоблока №5 ОП ЗАЭС к эксплуатации в сверхпроектный срок.
9. 21.5.59.ОППБ.01 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Энергоблок №5. Фактор безопасности №1. Проект энергоблока.
10. 21.5.59.ОБ.05 Техническое обоснование безопасности. Блок №5 Запорожская АЭС. Книга 6.
11. НП 306.2.145-2008 Правила ядерної безпеки реакторних установок атомних станцій з реакторами з водою під тиском.
12. СП АС-88 (ДНАОП 0.03-1.73-79). Санитарные правила Проектирования и эксплуатации атомных станций, затверджені МОЗ СРСР, 1988 (*документ є нечинним в Україні і носить лише рекомендаційний характер*).
13. ГГН 6.6.1-6.5.001-98. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97).
14. 21.5.59.ОБ.01 Дополнительные материалы по анализу безопасности. Блок №5 Запорожская АЭС. Книга 8. Часть 5.
15. Комплексна (зведена) програма підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2011 року.
16. IAEA-EVP-WWER-05. Проблемы безопасности атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000/320 и их категории.

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЭС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | ВП ЗАЭС  |
|-----------------|--|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 376 |
| 17.             | АІЕА/ЕС/UA-T.1-MR05 «Отчет о результатах миссии по оценке проектной безопасности. Задание 1 – оценка проектной безопасности. Запорожская АЭС, энергоблоки №1-6, и Южно-Украинская АЭС, энергоблок №3».       |          |
| 18.             | 21.5.59.ОППБ.02. Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 2. Текущее техническое состояние систем и элементов энергоблока №5.                            |          |
| 19.             | ПЛ-Д.0.18.425-14. Положение о сопровождении отчетов по анализу безопасности энергоблоков АЭС Украины».   |          |
| 20.             | ПНАЭ Г-7-008-89. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.   |          |
| 21.             | ПМ-Т.0.03.061-13.Типовая программа периодического контроля состояния основного металла, сварных соединений, и наплавки оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000 (ТППК-13). |          |
| 22.             | 320.06.00.00.000ТО. Инструкция по эксплуатации реактора.   |          |
| 23.             | ПМ-Т.0.03.120-08. Типовая программа контроля свойств металла корпусов реакторов ВВЭР-1000 по образцам-свидетелям.  |          |
| 24.             | 123456.1020.00.МР.ПМ.23-19. Программа управления старением элементов и конструкций энергоблоков № 1-6 ОП ЗАЭС.   |          |
| 25.             | СОУ НАЕК 141:2017. Стандарт государственного предприятия «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом». Управление старением элементов и конструкций энергоблока АЭС. Общие требования.     |          |
| 26.             | 123456.1020.00.МР.00.ПМ.11-16 «Программа управления старением кабелей энергоблоков №1-6 и ОСО ОП ЗАЭС».  |          |
| 27.             | 21.5.59.ОППБ.04 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 4. Старение сооружений, систем и элементов, важных для безопасности.                            |          |
| 28.             | 21.5.59.ОППБ.03 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 3. Квалификация оборудования энергоблока №5.  |          |
| 29.             | ПМ-Д.0.03.476-18 «Программа работ по квалификации оборудования энергоблоков АЭС ГП «НАЭК «Энергоатом».   |          |
| 30.             | 320.00.00.000 ТУ «Установка реакторная В-320. Технические условия», ГКАЭ ОКБ «Гидропресс», 1979  |          |
| 31.             | 123456.МР.00.ПМ.01-14 «Программа выполнения работ по квалификации оборудования энергоблоков №№1-6 ОП «Запорожская АЭС».  |          |
| 32.             | МТ-Т.0.03.305-12 «Типовая методика оценки текущего состояния квалификации оборудования энергоблоков АЭС».  |          |



| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.   | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | Стр. 377 |
| 33.             | 21.5.59.ОППБ.05 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 5.   |          |
| 34.             | 21.5.70.ОБ.05. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Отчет по анализу безопасности. Техническое обоснование безопасности.   |          |
| 35.             | ПМ-Д.0.41.491-09 Программа работ по анализу тяжелых аварий и разработке руководств по управлению тяжелыми авариями, введенная в действие приказом НАЭК «Энергоатом» № 48 от 25.01.2010 г.   |          |
| 36.             | Аналитическое и техническое обоснования Руководств по управлению тяжелыми авариями (РУТА) для энергоблоков №№2,3,4,5,6 ОП ЗАЭС. Анализ применимости АО и ТО РУТА энергоблока №1 для непилотных энергоблоков ОП ЗАЭС (2-6). ОП ЗАЭС, 2014.   |          |
| 37.             | ЕР18-2010.400.ОД.1. ОП ЗАЭС. Энергоблок №1. Анализ уязвимости энергоблока №1 ЗАЭС в условиях тяжелых аварий. Финальный отчет.   |          |
| 38.             | ЕР12-2011.200.ОД ОП ЗАЭС. Энергоблок №1. Разработка аналитического обоснования стратегий управления тяжелыми авариями и разработка РУТА. Аналитическое обоснование стратегий РУТА энергоблока №1 ЗАЭС.  |          |
| 39.             | ЕР11-2013.200.ОД.1 Запорожская АЭС. Энергоблок №1. Разработка РУТА РУ и БВИП для состояния останова для энергоблока №1 ЗАЭС. Анализ уязвимости.   |          |
| 40.             | ЕР11-2013.300.ОД.1. Запорожская АЭС. Энергоблок №1. Разработка РУТА РУ и БВИП для состояния останова для энергоблока №1 ЗАЭС. Аналитическое обоснование стратегий по управлению тяжелыми авариями.  |          |
| 41.             | 21.5.59.ОБ.03 Запорожская АЭС. Энергоблок №5 Отчет по анализу безопасности. Анализ запроектных аварий. Адаптация. Итоговый отчет.   |          |
| 42.             | НП 306.2.162-2010. Вимоги до оцінки безпеки атомних станцій. Державний комітет ядерного регулювання України Київ 2010.  |          |
| 43.             | 21.1.59.ОПБ.05.01.2.Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблоков №1, 2 ЗАЭС. Фактор безопасности №5. Детерминистический анализ безопасности энергоблока №1 ЗАЭС. Анализ нарушений нормальной эксплуатации и проектных аварий на пониженном уровне мощности и в состоянии останова для энергоблока №1 ЗАЭС. |          |
| 44.             | НП 306.2.208-2016. Вимоги до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій. Київ, 2016.   |          |
| 45.             | РД-95. Требования к содержанию отчета по анализу безопасности действующих на Украине энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР.   |          |
| 46.             | Guidelines for Accident Analysis of WWER Nuclear Power Plants. IAEA-EBP-WWER-01, 1995.  |          |
| 47.             | Accident Analysis for Nuclear Power Plants. ISBN 92-0-115602-2. STI/PUB/1131. IAEA. Vienna. 2002.   |          |
| 48.             | Procedures for Analysis of Accidents in Shutdown Modes for WWER Nuclear Power Plants. IAEA-EBP-WWER-09. 1997.   |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|--|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 378 |
| 49.             | 21.1.59.ОПБ.05.01.3. Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблоков №1, 2 ЗАЭС. Фактор безопасности №5. Детерминистический анализ безопасности энергоблока №1 ЗАЭС. Результаты анализа проектных аварий при обращении с топливом и РАО для энергоблока №1 ЗАЭС. |          |
| 50.             | 320.00.00.00.000Д61. Реакторная установка В-320. Техническое описание и информация по безопасности. ОКБ «Гидропресс». 1987 Извещение ОКБ «Гидропресс» №320.3793 об изменении от 19.03.2004.  |          |
| 51.             | Generic Initiating Evens for WWER Reactors. RER/9/005-5/93. Vienna. 1993.  |          |
| 52.             | Generic Initiating Events for PSA for WWER Reactors. IAEA-TECDOC-749. Vienna. 1994.  |          |
| 53.             | EP72/232-17.100.ОД.1. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Отчет по анализу безопасности. Вероятностный анализ безопасности. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Идентификация и группирование внутренних ИСА для РУ и БВ. Приложение VII. 21.5.59.ОБ.04-18.                      |          |
| 54.             | Recommendations for Preparing the Criticality Safety Evaluation of Transportation Packages. NUREG/CR-5661, ORNL/TM-11936.  |          |
| 55.             | 21.1.59.ОПБ.05.02.1. Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблоков №1, 2 ЗАЭС. Фактор безопасности №5. Детерминистический анализ безопасности энергоблока №1 ЗАЭС. Анализ запроектных аварий для энергоблока №1 ЗАЭС.  |          |
| 56.             | EP37-2006.210.ОД(2) Запорожская АЭС. Отчет по анализу безопасности. Анализ запроектных аварий. Разработка и обоснование перечня ЗПА для режима работы РУ на номинальном уровне мощности.   |          |
| 57.             | 21.5.59.ОППБ.06. Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблок №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 6. Вероятностный анализ безопасности энергоблока №5.  |          |
| 58.             | 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Количественная оценка ивм. анализ и интерпретация результатов. Приложение XVIII.   |          |
| 59.             | 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Приложение XIII. Внутренние затопления. Книга 1-3.   |          |
| 60.             | 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Приложение XII. Внутренние пожары. Книга 1-3.  |          |
| 61.             | 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Приложение XIV. Внешние экстремальные воздействия.   |          |
| 62.             | 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Приложение VII. Идентификация и группирование внутренних ИСА для РУ и БВ.  |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 379 |
| 63.             | 21.5.59.ОППБ.07 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №7. Анализ воздействия на безопасность энергоблока №5 внешних и внутренних событий.   |          |
| 64.             | ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.   |          |
| 65.             | GSR Part 4. Safety Assessment for Facilities and Activities/   |          |
| 66.             | ОЦПБ-0.41.001.02 (ЕР23-2011.220.ОД.1). Дополнительная целевая переоценка безопасности энергоблоков ОП ЗАЭС с учетом уроков, извлеченных из аварии на АЭС Фукусима-1. Глава 2. Оценка внешних экстремальных природных воздействий, 2011.  |          |
| 67.             | 20032DL11R-ЕНА. Проект углубленного анализа безопасности энергоблока №5 Запорожской АЭС. ВАБ для внешних экстремальных воздействий в ограниченном объеме — часть 1. Сбор данных и начальная идентификация уязвимости энергоблока по отношению к внешним экстремальным воздействиям. Аннотационный отчет. 2001. |          |
| 68.             | 05.ГТ.00.РГ.01-19 Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Технологический регламент безопасной эксплуатации энергоблока №5 Запорожской АЭС.  |          |
| 69.             | Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Климатическое пособие. Под ред. канд. геогр. наук В.Н. Бабиченко. УкрНИГМИ. Ленинград, Гидрометеиздат, 1991.  |          |
| 70.             | 20052DL11R-ЕНА. Проект углубленного анализа безопасности энергоблока №5 Запорожской АЭС. ВАБ для внешних экстремальных воздействий в ограниченном объеме – часть 1. Природные экстремальные воздействия и планирование. 2002.  |          |
| 71.             | Стихийні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986 - 2005). За редакцією Ліпінського В.М, Осадчого В.І, Бабіченко В.М. Київ Ніка-Центр. 2006 р.   |          |
| 72.             | Запорожская АЭС. Ежегодный отчет. Состояние радиационной безопасности и радиационной защиты на Запорожской атомной электростанции в 2014-2015 году.  |          |
| 73.             | UCRL ID 137370. Probabilistic Seismic Hazard Characterization and Design Parameters for the Sites of Nuclear Power Plants in Ukraine, dated January 21, 2000.  |          |
| 74.             | 21.5.70.ОБ.01.01. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Дополнительные материалы по анализу безопасности. Книга 1. Характеристика района и площадки АС.  |          |
| 75.             | ЕР45-2008.712.ОД.2. Запорожская АЭС. Энергоблок №2. Отчет по анализу безопасности. Итоговый отчет в части ВАБ ВЭВ.   |          |
| 76.             | 21.5.59.ОППБ.08 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №8. Эксплуатационная безопасность.   |          |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.   | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | Стр. 380 |
| 77.             | Информационная система оценки текущего уровня безопасности (ИС ТУБ).  |          |
| 78.             | СТП 0.41.066-2006 Система оценки уровня эксплуатационной безопасности и технического состояния атомных электрических станций с водо-водяными энергетическими реакторами.  |          |
| 79.             | Отчет по оценке текущего уровня эксплуатационной безопасности и технического состояния энергоблоков № 1-6 ОП ЗАЭС за 2007-2017 гг.  |          |
| 80.             | 21.5.59.ОППБ.09 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблоков № 5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 9 Использование опыта эксплуатации других АЭС и результатов новых научных исследований.                |          |
| 81.             | 00.ОК.РК.01-19. Руководство по интегрированной системе управления ОП Запорожская АЭС.   |          |
| 82.             | 00.ДЕ.ПЛ.09-18. Положення про систему використання досвіду експлуатації у ВП ЗАЕС.  |          |
| 83.             | МТ-Д.0.03.464-16. Методические указания по разработке, реализации, контролю выполнения и оценке результативности корректирующих мер.  |          |
| 84.             | 00.ОК.РУ.01-15. Руководство по политике администрации ОП «Запорожская АЭС» в области безопасности и качества.   |          |
| 85.             | СТП 01.39.001-2014. Стандарт ОП ЗАЭС. Реконструкция, модернизация. Техническое переоснащение. Организация работ.  |          |
| 86.             | МТ-Д.0.03.600-16. Методичні вказівки зі здійснення самооцінки ефективності системи накопичення, аналізу та використання (системи врахування) досвіду експлуатації АЕС в ДП «НАЕК «Енергоатом».                        |          |
| 87.             | 21.5.59.ОППБ.10 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №10. Организация эксплуатации энергоблока №5 и управление производственными процессами.                    |          |
| 88.             | 00.ОК.ПЛ.06-15 Положение о распределении функций в ОП ЗАЭС.   |          |
| 89.             | ПЛ-П.1.10.025-15. Положення про відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС» ДП НАЕК «Енергоатом».  |          |
| 90.             | СТП 01.81.019.2-2016. Система стандартизации и качества ОП ЗАЭС. Управление документацией. Требования к разработке положения о подразделении, должностной и рабочей инструкции.                                       |          |
| 91.             | СТП 01.63.024-2017 Система стандартизации и качества ОП ЗАЭС. Управление документацией. Требования к порядку ввода в действие, учета, регистрации, выдачи в подразделения и пересмотра производственной документации. |          |
| 92.             | СТП 01.63.019.5-2016 Система стандартизации и качества ОП ЗАЭС. Управление документацией. Требования к порядку внесения изменений.  |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 381 |
| 93.             | НП 306.1.190-2012 Загальні вимоги до системи управління діяльністю у сфері використання ядерної енергії.  |          |
| 94.             | НП 306.1.182-2012 Вимоги до системи управління діяльністю експлуатуючої організації (оператора).  |          |
| 95.             | 00.ОК.ПК.02-18 Програма якості. Внутрішні аудити у ВП ЗАЕС.   |          |
| 96.             | 00.ОК.ПЛ.05-19 Положение об организации и проведении партнерских аудитов в подразделениях ВП ЗАЕС.  |          |
| 97.             | 00.ОК.МТ.05-18 Методика організації та проведення внутрішніх перевірок у підрозділах ВП ЗАЕС.   |          |
| 98.             | 00.ТК.00.ИН.02-15 Инструкция о порядке проведения независимой оценки системы организации технического контроля в подразделениях ОП ЗАЭС.  |          |
| 99.             | СТП 0.06.087-2010 «Управління організаційними змінами. Планування, підготовка та впровадження змін в організаційній структурі ДП НАЕК «Енергоатом».   |          |
| 100.            | 00.ОК.ПЛ.04-16 Положення про управління організаційними змінами.  |          |
| 101.            | 21.5.59.ОППБ.11 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №11. Эксплуатационная документация энергоблока №5.   |          |
| 102.            | СТП 01.63.053-2016 Система стандартизації і якості ОП ЗАЭС. Управление документацией. Порядок поступления, ведения и применения нормативных документов.   |          |
| 103.            | СТП 0.05.067-2006 Система технического обслуживания и ремонта оборудования атомных электростанций. Порядок учета, хранения и обеспечения обособленных подразделений Компании документацией системы технического обслуживания и ремонта. |          |
| 104.            | Закон «О защите человека от воздействия ионизирующего излучения» №15/98 от 14.01.1998.  |          |
| 105.            | Закон Украины «Об обращении с радиоактивными отходами» N 255/95-ВР от 30.06.1995.   |          |
| 106.            | ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ), затверджені наказом МОЗ від 02.02.2005, зареєстровані Мін'юстом 20.05.2005 за № 552/10832.   |          |
| 107.            | Правила ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіоактивних матеріалів ПБПРМ-2006. Затверджені наказом от 30.08.2006 №132.   |          |
| 108.            | ДНАОП 0.03-1.76-89. Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций. (ПРБ АС 89). Минэнерго СССР, Минздрав СССР, 1989.   |          |
| 109.            | ГКД 34.20.507-2003 Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 13.06.2003 N 296.  |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 382 |
| 110.            | 00.РБ.XQ.Рг.01-15. Регламентом радиационного контроля при эксплуатации объектов ОП «Запорожская АЭС.  |          |
| 111.            | 00.ВН.00.ИН.10-16 Инструкция по радиационной безопасности Запорожской АЭС.  |          |
| 112.            | СТП 01.63.005-2016 Система стандартизации и качества ОП ЗАЭС. Управление документацией. Требования к рассмотрению, согласованию и утверждению документов ОП ЗАЭС.   |          |
| 113.            | 21.5.59.ОППБ.12. Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 12. Человеческий фактор.   |          |
| 114.            | 21.5.59.ОППБ.13. Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблоков №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №13. Аварийная готовность и планирование   |          |
| 115.            | 00.ЧС.ПН.01-17. Аварийный план ОП ЗАЭС.   |          |
| 116.            | ПН-А.0.03.192-12. Типовой аварийный план АЭС Украины.   |          |
| 117.            | План реагування на радіаційні аварії на Запорізькій АЕС територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту Запорізької області.  |          |
| 118.            | План реагування на радіаційні аварії на Запорізькій АЕС дніпропетровської територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту.  |          |
| 119.            | План реагування на радіаційні аварії на ВП «Запорізька АЕС» територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту Херсонської області.  |          |
| 120.            | НП-306.5.01/3.083-2004. План реагування на радіаційні аварії.   |          |
| 121.            | 00.ЧС.ПЛ.02-16 Положение о порядке создания и использования материального резерва и аварийного комплекта ОП ЗАЭС для предупреждения, ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера и их последствий. |          |
| 122.            | НП.306.2.02/3.077-2003 Вимоги до внутрішнього та зовнішнього кризових центрів.  |          |
| 123.            | 00.ВЛ.ПЛ.20-16 Положение по организации противоаварийных тренировок в ОП «Запорожская АЭС».   |          |
| 124.            | 00.ЧС.ПЛ.04-16. Положение об аварийных группах и бригадах «ОП «Запорожская АЭС».  |          |
| 125.            | МТ-К.0.03.419-10. Методика по підготовці, організації та проведенню протиаварійних тренувань в відокремлених підрозділах ДП НАЕК «Енергоатом».  |          |
| 126.            | 00.ЧС.РГ.02-16 Регламент информационного обмена кризисных центров.  |          |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.   | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | Стр. 383 |
| 127.            | 21.5.59.ОППБ.14 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности №14. Воздействие эксплуатации на окружающую среду.   |          |
| 128.            | 00.РБ.ХQ.Рг.04-12. Допустимый газо-аэрозольный выброс Запорожской АЭС (радиационно-гигиенический регламент первой группы), введен Указанием 0-224 от 21.02.2013.  |          |
| 129.            | ГНД 95.1.01.03.057-2004. Регламент радіаційного контролю для енергоблоків з реакторами типу ВВЕР. Типовий зміст. Затверджене наказом Мінпаливенерго України від 29.12.2004 № 830 та погоджене Держатомрегулювання листом від 03.11.2004 № 13-15/5847. |          |
| 130.            | СТТ СОТ АС - 91. Доповнення до СП АС-88. Санітарні і технічні вимоги до проектування і експлуатації систем відпуску тепла від атомних станцій, 1991.  |          |
| 131.            | Методичними рекомендаціями щодо санітарного контролю за вмістом радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища М., МЗ СРСР, 1980.  |          |
| 132.            | 00.РБ.ХQ.ИН.10-14. Инструкция по ведению радиационного контроля в районе расположения Запорожской АЭС.  |          |
| 133.            | RS-G-1.8 Normы безопасности. Мониторинг окружающей среды и источника с целью радиационной защиты. Руководство по безопасности. МАГАТЭ. Вена, 2005.  |          |
| 134.            | NUREG-1301. Руководство по расчету дозы за пределами площадки: Стандартный радиологический контроль сбросов для водо-водяных энергетических реакторов. Общее письмо 89-01, дополнение №1.   |          |
| 135.            | Протокол технического совещания ГП «НАЭК «Энергоатом» и ГНТЦ ЯРБ «Определение подходов к реализации «постфукусимских» мероприятий для энергоблоков АЭС Украины» от 26.03.2012.  |          |
| 136.            | СОУ НАЭК 023:2014. Стандарт національної атомної енергогенеруючої компанії «Енергоатом». Забезпечення радіаційної безпеки. Порядок встановлення розмірів санітарно-захисної зони АЕС.   |          |
| 137.            | 00.ОН.ПЛ.08-15 Положение о порядке расследования и учета малозначимых событий в ОП ЗАЭС.  |          |
| 138.            | Типовая программа периодического контроля состояния основного металла, сварных соединений, и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами и ВВЭР-1000 (ТППК-13)» ПМ-Т.0.03.061-13.                                       |          |
| 139.            | НП 306.2.210-2017 «Загальні вимоги до управління старінням елементів і конструкцій та довгострокової експлуатації енергоблоків атомних станцій».  |          |
| 140.            | NS-G-2.4 Эксплуатирующая организация для атомных электростанций. Серия норм МАГАТЭ по безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2004.   |          |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.   | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | Стр. 384 |
|                 | <p>141. IAEA-TECDOC-XYZ Руководство PROSPER. Руководства по партнерской проверке эффективности анализа опыта эксплуатационной безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2000.</p> <p>142. SSR-2/2 Серия издания МАГАТЭ по нормам безопасности. Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ, Вена, 2011.</p> <p>143. «Положение о порядке учета циклов и режимов нагружения оборудования реакторной установки» 00.ОН.ПЛ.06-16.</p> <p>144. «План-график выполнения работ по переназначению циклов нагружения оборудования РУ энергоблоков ВВЭР-1000 с целью предотвращения их истощения в проектный и сверхпроектный сроки эксплуатации», согласованный ГИЯРУ 03.04.2014.</p> <p>145. Протокол от 08.09.2015 совещания по вопросу обсуждения результатов расчетов интегральной частоты предельного аварийного выброса (ЧПАВ), которые были получены в рамках реализации на энергоблоках АЭС Украины мероприятия КсПБ № 19103 "Учет полного спектра исходных событий для всех регламентных состояний РУ и БВ в ВАБ", Киев, 2015.</p> <p>146. 21.5.59.ОБ.04-18 Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. База данных по системам. Приложение I. Книга 1 – 4.</p> <p>147. «Руководство по расчету индивидуальных и коллективных доз облучения населения от выбросов радионуклидов, поступающих в атмосферу при эксплуатации АЭС», ПНАЭ, М., 1989 г.</p> <p>148. Методические указания «Порядок установления допустимых уровней сбросов и выбросов АЭС Украины (радиационно-гигиенические регламенты I группы)», МОЗУ, Киев, 2002 г.</p> <p>149. «Обоснование ПДВ, ДВ и рабочих (контрольных) выбросов радионуклидов в атмосферу всеми источниками ЗАЭС», ИБФ МЗ РФ, 1992 г.</p> <p>150. SF-1 Основопологающие принципы безопасности. Основы безопасности. МАГАТЭ.</p> <p>151. GSR Part 1 (Rev. 1). Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности. Общие требования безопасности. МАГАТЭ.</p> <p>152. GSR Part 4 (Rev. 1). Оценка безопасности установок и деятельности. Общие требования безопасности. МАГАТЭ.</p> <p>153. SSR-2/1 (Rev. 1) Безопасность атомных электростанций: Проектирование. Конкретные требования безопасности. МАГАТЭ.</p> <p>154. Report. WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors, September 2014.</p> <p>155. 00.РБ.ХQ.РГ.05-15 Допустимый водный сброс радиоактивных веществ Запорожской АЭС. (Радиационно-гигиенический регламент 1 группы).</p> |          |



|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 385 |
| 156.            | СОУ НАЕК 100:2016 «Інженерна, наукова і технічна підтримка. Інформаційні та керуючі системи, важливі для безпеки атомних станцій. Загальні технічні вимоги».                                      |          |
| 157.            | НП 306.2.202-2015 «Требования по ядерной и радиационной безопасности к информационным и управляющим системам, важным для безопасности атомных станций».   |          |
| 158.            | Типовая программа по управлению старением элементов и конструкций энергоблока АЭС. ПМ-Д.0.03.222-14.  |          |
| 159.            | SSG-50 Серия норм безопасности МАГАТЭ. Учет эксплуатационного опыта на ядерных установках. Специальное руководство по безопасности. – МАГАТЭ, Вена, 2018.   |          |
| 160.            | 00.МР.ПЛ.01-17 Положение о службе управления надежностью, ресурсом и модернизации.  |          |
| 161.            | ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги.  |          |
| 162.            | ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування.   |          |
| 163.            | 21.5.59.ОБ.01.07. Классификация систем, элементов и оборудования по тепломеханической части. Классификация сооружений и их элементов важных для безопасности. Строительная часть. Книга 8 Часть 1 |          |
| 164.            | 21.5.59.ОБ.01.07. Классификация систем, элементов и оборудования АСУ ТП. Книга 8 Часть 2.   |          |
| 165.            | 21.5.59.ОБ.01.07. Классификация систем, элементов и оборудования по электротехнической части. Книга 8 Часть 3.  |          |
| 166.            | 21.5.59.ОБ.01.07. Классификация систем, элементов и оборудования в части отопления и вентиляции. Книга 8 Часть 4.   |          |
| 167.            | ПНАЭ Г-7-002-86. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.  |          |
| 168.            | 03-51-16П (ТПКМ-10-01). Типовая программа периодического контроля механических свойств металла трубопроводов АЭС с реакторами ВВЭР-1000.  |          |
| 169.            | 0545-75.158-04.01-18-ПР. Отчет о результатах проверочных расчетов строительных конструкций здания реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС.   |          |
| 170.            | 0545-75.158-02.01-18-ПР. Отчет о результатах проверочных расчетов строительных конструкций главного корпуса энергоблока №5 (машзал, деаэрационное отделение, ЭЭТУ) ОП ЗАЭС.                       |          |
| 171.            | 0545-75.158-03.01-18-ПР. Отчет о результатах проверочных расчетов строительных конструкций зданий и сооружений общестанционных объектов, гидротехнических сооружений энергоблока №5 ОП ЗАЭС.      |          |
| 172.            | 75.158-03.15-18-ОТС. Заключение о техническом состоянии венттрубы спецкорпуса №2 с газоходами Запорожской АЭС по результатам  |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|--|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |  | Стр. 386 |
|                 | <p>предварительной оценки, инструментального обследования и проверочных расчетов (Х/д № 75/158-17/48-121-01-17-05622, этап №3).</p> <p>173. International Atomic Energy Agency, External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards, Series NS-G-3.1, IAEA, Vienna 2004.</p> <p>174. International Atomic Energy Agency, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards, Series SSG-18, IAEA, Vienna 2011.</p> <p>175. 21.5.59.ОБ.01.07. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Отчет по анализу безопасности. Дополнительные материалы по анализу безопасности. Глава 7. Анализ проектных решений и показателей эксплуатации. Книга 9. Часть 4.</p> <p>176. 21.5.70.ОБ.01.07. Запорожская АЭС. Энергоблок № 5. Отчет по анализу безопасности. Дополнительные материалы по анализу безопасности. Книга 9. Часть 4.</p> <p>177. 21.5.70.ОБ.01.07. Запорожская АЭС. Энергоблок № 5. Отчет по анализу безопасности. Дополнительные материалы по анализу безопасности. Книга 9. Часть 3.</p> <p>178. ГНД 95.1.06.02.002-04 Водно-химический режим второго контура атомных электростанций с реакторами типа ВВЭР. Технические требования к качеству рабочей среды. Коррекционная обработка гидразин-гидратом, морфолином, гидроокисью лития. Министерство топлива и энергетики Украины, Киев, 2004 г.</p> <p>179. 05.МР.00.ПР.47. Запорожская АЭС. Перечень исходных событий, в результате которых возникают «жесткие» условия окружающей среды для конструкций и систем (элементов) энергоблока №5 ОП «Запорожская АЭС». АЭП, 2011.</p> <p>180. 21.5.59.ОБ.05.03. Отчет по анализу безопасности энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. Техническое обоснование безопасности ТОб. Книга 3.</p> <p>181. 21.5.59.ОБ.05.03. Отчет по анализу безопасности энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. Техническое обоснование безопасности ТОб. Книга 7.</p> <p>182. 21.5.59.ОБ.05.03. Отчет по анализу безопасности энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. Техническое обоснование безопасности ТОб. Книга 11.</p> <p>183. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.</p> <p>184. ПИН АЭ-5.6. Нормы строительного Проектирования АС с реакторами различного типа.</p> <p>185. ДСТУ EN 55022:2014. Обладнання інформаційних технологій. Характеристики радіозавад. Норми та методи вимірювання.</p> <p>186. 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Приложение IX. Моделирование аварийных последовательностей (разработка ДС) для внутренних ИСА для всех ЭС РУ и БВ.</p> |          |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 387 |
|                 | <p>187. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Разработка ВАБ в соответствии с регулирующими требованиями. ВАБ 1 уровня по отношению к внешним экстремальным воздействиям при работе энергоблока на номинальном уровне мощности. Руководство по проекту . Этап 2. 2007.</p> <p>188. 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Приложение VIII. Анализ первичных и вторичных критериев успеха.</p> <p>189. 21.5.59.ОБ.04-18. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. ОВАБ ПС для энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Приложение X. Анализ систем и их конфигураций (моделирование ДО).</p> <p>190. Запорожская АЭС. Ежегодный отчет. Состояние радиационной безопасности и радиационной защиты на Запорожской атомной электростанции в 2016 году.</p> <p>191. Запорожская АЭС. Ежегодный отчет. Состояние радиационной безопасности и радиационной защиты на Запорожской атомной электростанции в 2017 году.</p> <p>192. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.</p> <p>193. СОУ НАЭК 179:2019. Инженерная, научная и техническая поддержка. Квалификация оборудования энергоблоков АЭС ГП НАЭК «Энергоатом».</p> <p>194. Отчеты по оценке текущего уровня эксплуатационной безопасности и технического состояния энергоблоков № 1-6 ОП ЗАЭС, за 2007- 2017 гг.</p> <p>195. Проект углубленного анализа безопасности энергоблока №5 Запорожской АЭС. Анализ проектных аварий в ограниченном объеме. Группирование и категоризация исходных событий ПНЭ и ПА. 20042DL11R-DVA, 2002.</p> <p>196. Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Отчет по анализу безопасности. Анализ проектных аварий. Дополнительные материалы. Нарушения при обращении с топливом и радиоактивными отходами. Итоговый отчет. 21.5.59.ОБ.02.1. 2007.</p> <p>197. Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт» Научно-технический комплекс «Ядерный топливный цикл». Центр Проектирования активных зон. Предварительный отчет по обоснованию безопасности использования ТВС-WR компании "Вестингауз" на энергоблоке №5 ЗАЭС. 12-3-344.</p> <p>198. Инструкция по эксплуатации системы аварийного ввода бора TQ13,23,33; TQ14,24,34. 123456.РО.ТQ.ИЭ.11.02-17. Изм.3.</p> <p>199. Инструкция по эксплуатации системы аварийного и планового охлаждения активной зоны (САОЗ, активная часть) 123456.РО.ТQ.ИЭ.11.03-17. Изм.1.</p> <p>200. IAEA Report of a Consultants Meeting on Anticipated Transients without Scram for WWER 1000 Reactors. WWER-SC 186. 1996.</p> <p>201. Инструкция по ликвидации нарушений нормальной эксплуатации на реакторной Установке энергоблока №5 Запорожской АЭС 5.ГТ.00.ИН.03-15 С изменениями № 1-4.</p> |          |

|                 |   |          |
|-----------------|---|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.   | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | Стр. 388 |
| 202.            | Інструкція по ліквідації аварій і аварійних ситуацій на реакторній Установке енергоблока №5 Запорозької АЕС» 05.ГТ.00.ІН.05.А с изменениями № 1-6.  |          |
| 203.            | Інструкція по ліквідації аварій і аварійних ситуацій на остановленном реакторе енергоблока №5 Запорозької АЕС 05.ГТ.00.ІН.07-14.  |          |
| 204.            | Руководство по управлению тяжелыми авариями на энергоблоке №5 ЗАЭС 05.ГТ.00.РУ.01-14.   |          |
| 205.            | Руководство по управлению тяжелыми авариями для открытого реактора энергоблока №5 Запорозької АЕС 05.ГТ.00.РУ.02-16.  |          |
| 206.            | Інструкція по предупреждению и ликвидации технологических нарушений в работе оборудования турбинного отделения энергоблоков № 1,2,3,4,5,6. 123456.ТО.ОО.ІН.28-14.   |          |
| 207.            | Руководство по ликвидации аварийных ситуаций, проектных аварий и управлению запроектными авариями в СХОЯТ. 00.ОБ.УУ.РУ.14-15.   |          |
| 208.            | 14.00.425.18.00. Типовое положение об учебно-тренировочном центре атомной электростанции Украины.   |          |
| 209.            | Концепция повышения безопасности действующих энергоблоков атомных электростанций Украины.   |          |
| 210.            | Хмельницька АЕС. Енергоблок №2. Окончателъный отчет по анализу безопасности. Глава 19. Вероятностный анализ безопасности. Анализ запроектных аварий. Выполнение анализа аварийных сценариев при останове/расхолаживании реакторной установки. 43-923.203.116.АВ.00.РЕД.1.А. |          |
| 211.            | Концептуальное техническое решение «О расширении опытной эксплуатации ТВС-WR усовершенствованной конструкции на энергоблоках АЭС Украины с реакторами ВВЭР-1000 (тип В-320, В-338)» № КТР-М.13.18-244.15 от 10.09.2015.   |          |
| 212.            | Техническое решение 05.ОБ.УМ.ТР1801 «О расширении опытной эксплуатации ядерного топлива производства компании «Вестингауз» на энергоблоке №5 ЗАЭС.  |          |
| 213.            | «Программа обеспечения качества при внедрении ТВС-WR на энергоблоках ОП ЗАЭС «1345.ОБ.УМ.ПК.35-15.  |          |
| 214.            | Порядок встановлення допустимих рівнів скидів і викидів АЕС України, затверджено Головним державним лікарем України постановою №29 від 23.07.2002.  |          |
| 215.            | Система стандартизации и качества ОП ЗАЭС. Управление документацией. Эксплуатационные документы. Требования к разработке инструкции по эксплуатации, руководства по эксплуатации, программы выполнения работ и карты уставок. СТП 01.63.019.3-2010                          |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.   | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | Стр. 389 |
|                 | <p>216. СОУ НАЕК 030:2017 Управление документацией. Правила разработки, оформления и обращения с ремонтными документами ГП «НАЭК «Энергоатом».</p> <p>217. Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок. НПАОП 0.00-1.69-13.</p> <p>218. Правила безопасной эксплуатации электроустановок. НПАОП 40.1-1.01-97.</p> <p>219. НП 306.2.090-2004. Умови та порядок видачі окремих письмових дозволів на види робіт або операцій на етапах введення в експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації ядерної установки, ДІЯРУ, 2004 р.</p> <p>220. «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність”».</p> <p>221. Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации корпуса реактора и верхнего блока реактора энергоблока. № 5 ОП ЗАЭС. 05.РО.УС.ПМ.288–18/Н.</p> <p>222. Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации деталей главного уплотнения реактора энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. 05.РО.УС.ПМ.297–18/Н.</p> <p>223. Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации опорных элементов реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС. 05.РО.УС.ПМ.290–17/Н.</p> <p>224. Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации парогенераторов реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС. 05.РО.УВ.ПМ.294-17/Н.</p> <p>225. Рабочая программа оценки технического состояния и продления срока эксплуатации компенсатора давления реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС» 05.РО.УР.ПМ.291-17/Н.</p> <p>226. Временные нормы расчета на прочность внутрикорпусных устройств ВВЭР. Утверждены Государственным комитетом по использованию атомной энергии СССР.</p> <p>227. Протокол робочої наради щодо обговорення шляхів зменшення переліку комбінацій подій, які призводять до аварії (КППА), та остаточного визначення обсягів та термінів виконання аналізу КППА" від 19.12.2018.</p> <p>228. Програма робіт із врахування переліків комбінацій подій, які призводять до аварії, в імовірнісному аналізі безпеки та аналізі запроектованих аварій на АЕСДП «НАЕК «Енергоатом». ПМ-Т.0.18.011-19.</p> <p>229. СТП 01.63.040-2015 «Система стандартизации ОП ЗАЭС. Порядок разработки, согласования, утверждения, регистрации, тиражирования, использования, проверки, пересмотра, изменения и отмены стандартов ОП ЗАЭС».</p> |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЭС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | ВП ЗАЭС  |
|-----------------|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 390 |
| 230.            | Положение о порядке сопровождения технологических регламентов безопасной эксплуатации энергоблоков АЭС ГП НАЭК "Энергоатом" ПЛ-Д.0.03.063-09.   |          |
| 231.            | 21.5.59.ОППБ.05.03 Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблока №5 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 5. Детерминистический анализ безопасности энергоблока №5 ЗАЭС. Анализ запроектных аварий  |          |
| 232.            | НП 306.2.173-2011. Вимоги щодо визначення розмірів і меж зони спостереження атомної електричної станції.  |          |
| 233.            | План-графік реалізації заходів Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій на 2017 рік для РУ В-320  |          |
| 234.            | ПЛ-Д.0.03.063-09. Положение о порядке сопровождения технологических регламентов безопасной эксплуатации энергоблоков АЭС ГП НАЭК "Энергоатом".  |          |
| 235.            | Отчет по периодической переоценке безопасности энергоблоков № 1,2 ОП ЗАЭС. Фактор безопасности № 8. Эксплуатационные показатели   |          |
| 236.            | Проблемы безопасности атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000/320 и их категории. МАГАТЭ, Вена  |          |
| 237.            | ПМ-Т.0.41.414-15. Программа работ по анализу аварийных феноменов тяжелых аварий   |          |
| 238.            | Отчет. Анализ технической документации. Предварительная оценка технического состояния корпуса реактора, верхнего блока, главного разъема реактора энергоблока № 5 ОП ЗАЭС   |          |
| 239.            | Отчет. «Оценка технического состояния с расчетным обоснованием нового переназначенного срока эксплуатации корпуса реактора, верхнего блока и деталей главного уплотнения реактора энергоблока № 5 ОП ЗАЭС. Том 3. Расчетное обоснование хрупкой прочности корпуса реактора. Книга 1. Оценка степени охрупчивания металла корпуса реактора по результатам испытаний образцов-свидетелей» |          |
| 240.            | Испытания комплектов образцов-свидетелей блока № 5 Запорожской АЭС после четырех кампаний работы реактора: отчет / РНЦ КИ. – Москва, 2001. – 128 с. – Инв. № 62-1809  |          |
| 241.            | Испытания комплектов образцов-свидетелей второго срока освидетельствования корпуса реактора блока №5 «ЗАЭС»: отчет / РНЦ КИ. – Москва, 2003. – 93 с. – Инв. № 62-1920   |          |
| 242.            | Результаты испытаний штатных образцов-свидетелей третьей выгрузки металла корпуса реактора энергоблока № 5 ОП ЗАЭС: отчет/ ИЯИ НАНУ. – Киев, 2015. – 77с. Инв. № 300/26 -170–ИЯИ  |          |
| 243.            | Результаты испытаний реконструированных образцов-свидетелей основного металла и металла сварного шва корпуса реактора блока № 5 ОП ЗАЭС: отчет/ ИЯИ НАНУ. – Киев, 2016. – 70с. Инв. № 300/26 -199–ИЯИ.  |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.  | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|--|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | Стр. 391 |
|                 | <p>244. Правила безопасности при хранении и транспортировке ядерного топлива на объектах атомной энергетики. ПНАЭ Г-14-029-91. ГПАН СССР, 1991 г.</p> <p>245. Запорожская АЭС. Энергоблок №1-5. Расчеты ядерной безопасности для отсеков БВ, которые оборудованы неуплотненными стеллажами ПО «Ижорские заводы». 21.1-5.59.ОБ.02.02.</p> <p>246. Инструкция по обеспечению ядерной безопасности при транспортировке, перегрузке и хранении ядерного топлива в ОП «Запорожская АЭС», 00.ОБ.УМ.ИН.01-12 ПРО 1Н. Изм.1-15.</p> <p>247. Отчет. Обоснование ядерной безопасности при обращении со свежими ТВСА, содержащими твэлы максимального обогащения 4,4 % по всей цепи его прохождения на АЭС (№32/1-37-103 от 28.02.03).</p> <p>248. Типовая программа оценки технического состояния и переназначения срока эксплуатации парогенераторов. ПМ-Т.0.03.164-14.</p> <p>249. 21.5.59.ОБ.01.07. Запорожская АЭС. Энергоблок № 5. Отчет по анализу безопасности. Дополнительные материалы по анализу безопасности. Книга 9 часть 2</p> <p>250. 21.5.59.ОБ.01.07 (181802.203.002.ОБ09.03). Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Отчет по анализу безопасности. Дополнительные материалы по анализу безопасности. Глава 7. Анализ проектных решений и показателей эксплуатации. Детерминистическая оценка уровня безопасности. Книга 9. Часть 3. 2020.</p> <p>251. 21.5.59.ОБ.01.07 (181802.203.002.ОБ08.05). Запорожская АЭС. Энергоблок №5. Отчет по анализу безопасности. Дополнительные материалы по анализу безопасности. Глава 7. Анализ проектных решений и показателей эксплуатации. Детерминистическая оценка уровня безопасности. Книга 8. Часть 5. 2018</p> <p>252. Разработка аналитического обоснования стратегий управления тяжелыми авариями и разработка РУТА. Оценка радиационных последствий тяжелых аварий с учетом стратегий управления тяжелыми авариями. EP12-2011.500.ОД.1;</p> <p>253. 32-КОРО-19 «Квалификация оборудования энергоблока №5 ОП ЗАЭС на «жесткие» условия окружающей среды;</p> <p>254. 05.ЗАЭС.75/77-19.ОТ.04 Итоговый отчет о проведении квалификации насосного оборудования энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия;</p> <p>255. 05.ЗАЭС.75/76-19.ОТ.05 Отчет о повышении квалификации баков запаса обессоленной воды ТХ10(20,30)В01 энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия;</p> <p>256. Повышение квалификации тепломеханического оборудования системы ТQ энергоблока №5 ОП ЗАЭС выбранными методами;</p> |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.<br>Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 |   | Стр. 392 |
| 257.            | ДС-08/19-03 Оценка текущего состояния квалификации арматуры энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия;  |          |
| 258.            | ДС-08/19-04 Группирование и выбор методов повышения квалификации на сейсмические воздействия арматуры и отключающих устройств энергоблока № 5 ОП ЗАЭС;  |          |
| 259.            | ДС-08/19-05 «Повышение квалификации арматуры и отключающих устройств энергоблока № 5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия;   |          |
| 260.            | Отчет по результатам оценки текущего состояния квалификации ТМО РДЭС энергоблока №5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия;  |          |
| 261.            | Отчет по выбору методов повышения квалификации для неквалифицированного оборудования или групп однотипного оборудования ТМО РДЭС энергоблока №5 ОП ЗАЭС на сейсмические воздействия;  |          |
| 262.            | Оценка начального и текущего состояния квалификации тепломеханического оборудования системы аварийного и планового охлаждения активной зоны (ТQ) энергоблока №5 ОП ЗАЭС;  |          |
| 263.            | 75.111-00.03.01-12-17-ПР. Обеспечение сейсмостойкости элементов, систем и сооружений, важных для безопасности. Построение комплекса поэтажных акселерограмм и спектров ответа для зданий и сооружений энергоблоков № 5 и № 6; |          |
| 264.            | NS-G-1.6 «Проектирование и аттестация сейсмостойких конструкций для атомных электростанций». Керівництво з безпеки. Серія норм з безпеки. МАГАТЕ, Відень, 2008;   |          |
| 265.            | NS-G-2.13 «Оценка сейсмической опасности существующих ядерных установок». Керівництво з безпеки. Серія норм з безпеки. МАГАТЕ, Відень, 2014;  |          |
| 266.            | 149-КОРО-18 Оценка текущего состояния квалификации оборудования энергоблока №5 ОП ЗАЭС на «жесткие» условия окружающей среды;   |          |
| 267.            | 150-КОРО-18 Группирование, выбор представительных элементов и методов квалификации оборудования энергоблока №5 ОП «Запорожская АЭС» на «жесткие» условия окружающей среды;  |          |
| 268.            | Рішення 05.МР.УС.РШ.465-20 «Про продовження строку експлуатації. Корпус та верхній блок реактора енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/11940-12743 від 27.10.2020)                             |          |
| 269.            | Рішення 05.МР.УС.РШ.474-20 «Про продовження строку експлуатації. Внутрішньокорпусні пристрої реактора енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/12457-13605 від 11.11.2020)                        |          |
| 270.            | Рішення 05.МР.УС.РШ.466-20 «Про продовження строку експлуатації. Опорні елементи реактора енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/11940-12743 від 27.10.2020)                                    |          |



| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.  | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|--|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | Стр. 393 |
|                 | <p>271. Рішення 05.МР.УС.РШ.467-20 «Про продовження строку експлуатації. Парогенератори 5УВ10W01, 5УВ20W01, 5УВ30W01, 5УВ40W01 енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/10302-11179 від 11.09.2020)</p> <p>272. Рішення 05.МР.УС.РШ.472-20 «Про продовження строку експлуатації. Гідроємності САОЗ 5УТ11В01, 5УТ12В01, 5УТ13В01, 5УТ14В01 енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/10302-11179 від 11.09.2020)</p> <p>273. Рішення 05.МР.УС.РШ.470-20 «Про продовження строку експлуатації. Барботажний бак 5УР20В01 енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/10302-11179 від 11.09.2020)</p> <p>274. Рішення 05.МР.УС.РШ.468-20 «Про продовження строку експлуатації. Компенсатор тиску 5УР10В01 енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/10302-11179 від 11.09.2020)</p> <p>275. Рішення 05.МР.УС.РШ.469-20 «Про продовження строку експлуатації. Головні циркуляційні насоси 5УД10D01, 5УД20D01, 5УД30D01, 5УД40D01 енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/10302-11179 від 11.09.2020)</p> <p>276. Рішення 05.МР.УС.РШ.471-20 «Про продовження строку експлуатації. Трубопроводи систем КТ та САОЗ, головні циркуляційні трубопроводи енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/10302-11179 від 11.09.2020)</p> <p>277. Рішення 05.МР.00.РШ.759-19 «О продлении срока эксплуатации. Внутренние строительные конструкции гермообъёма реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 27.04.2020)</p> <p>278. Рішення 05.МР.00.РШ.741-19 «О продлении срока эксплуатации. Основание РО энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/3882-4201 від 10.03.2020)</p> <p>279. Рішення 05.МР.00.РШ.764-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительных конструкций фундаментальной плиты, стен и перекрытий фундаментальной части реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 27.04.2020)</p> <p>280. Рішення №05.МР.ХА.РШ.559-19 «О продлении срока эксплуатации. Система герметичного ограждения – локализирующая система безопасности ВВЭР-1000 энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-46/04-5/13587-13998 від 22.11.2019)</p> <p>281. Рішення 05.МР.00.РШ.765-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции шахты реактора энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 27.04.2020)</p> <p>282. Рішення 05.МР.00.РШ.742-19 «О продлении срока эксплуатации. Бассейн выдержки со всеми конструкциями и элементами, включая стеллажи отсека</p> |          |

| ДП НАЕК   | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС. | ВП ЗАЕС  |
|---|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00   | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5                     | Стр. 394 |
| <p>TG21B03, енергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-23/03/3882-4201 від 10.03.2019)</p> <p>283. Рішення 05.МР.00.РШ.761-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции обстройки и вентиляционной трубы реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 27.04.2020)</p> <p>284. Рішення 05.МР.00.РШ.770-19 «О продлении срока эксплуатации. Главный корпус энергоблока №5 (машзал, деаэрационное отделение, этажерка электротехнических устройств) ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС на ЗАЭС 04.08.2020)</p> <p>285. Рішення №56.МР.00.РШ.769-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции резервной дизельной электрической станции энергоблока №5 и общеплощной резервной дизельной электрической станции энергоблоков №5,6 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 28.08.2020)</p> <p>286. Рішення 00.МР.00.РШ.771-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции эстакады контролируемой зоны (опоры №№5/1-5/6, 445-459) ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 28.08.2020)</p> <p>287. Рішення 05.МР.00.РШ.760-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции фундаментов, закладных деталей и элементов крепления оборудования РО энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 27.04.2020)</p> <p>288. Рішення 05.МР.00.РШ.703-19 «О продлении срока эксплуатации оборудования «Кабельные конструкции энергоблока №5» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 13.08.2019)</p> <p>289. Рішення 05.МР.УС.РШ.473-20 «Про продовження строку експлуатації. Деталі головного ущільнення реактора енергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№ 15-23/03/12473-13667 від 11.11.2020)</p> <p>290. Рішення 05.МР.00.РШ.313-20 «Про продовження строку експлуатації. Трубопроводы СВБ РВ, РДЕС энергоблоку №5 ВП ЗАЕС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 26.08.2020)</p> <p>291. Рішення 05.МР.QV/QX/QZ.РШ.991-19 «О продлении срока эксплуатации. Дизели 78Г (18ДПН ЗА 23/2х30) АСД-5600 РДЭС1,3,0 энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено Держатомрегулювання вих.№15-21/03/1495 від 30.01.2020)</p> <p>292. Рішення 05.МР.TQ/TG.РШ.1154-19 «О продлении срока эксплуатации. Теплообменники аварийного расхолаживания и теплообменники расхолаживания бассейна выдержки энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 16.10.2020)</p> <p>293. Рішення 05.МР.VF/VG.РШ.727-19 «О продлении срока эксплуатации. Подземные трубопроводы СТВОП энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (погоджено ІЯБ на ЗАЕС 13.12.2019)</p> |   |          |

| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.   | ВП ЗАЕС  |
|-----------------|---|----------|
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5   | Стр. 395 |
| 294.            | НАЭК ОП НТЦ. Разработка РУТА БВ на номинальном уровне мощности для энергоблока №1 ЗАЭС. Этап 3. Анализ тяжелых аварий в БВ, разработка аналитического и технического обоснований стратегий РУТА БВ при работе РУ на номинальном уровне мощности для ЗАЭС-1. 2013.                       |          |
| 295.            | Отчет по анализу безопасности. Анализ проектных аварий. Блок №5 Запорожская АЭС. 21.5.70.ОБ.05.02. 2003.  |          |
| 296.            | Рішення 05.20.МР.УО.РШ.842-20 «Про продовження строку експлуатації. Кран мостовий електричний спеціальний кругової дії вантажопідймальністю 320/160 т енергоблоку №5, кран мостовий електричний спеціальний вантажопідймальністю 30/5 т вузла свіжого палива СК-2 та їх рейкові шляхи». |          |
| 297.            | 05.МР.00.РШ.742-19. Решение о продлении срока эксплуатации. Бассейн выдержки со всеми конструкциями и элементами, включая стеллажи отсека ТГ21В03, энергоблока №5 ОП ЗАЭС (согласовано Госатомрегулирования исх.№15-23/03/3882-4201 от 10.03.2020)                                      |          |
| 298.            | 05.МР.00.РШ.765-19. Решение о продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции шахты реактора, энергоблока №5 ОП ЗАЭС (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 27.04.2020)  |          |
| 299.            | 05.МР.00.РШ.764-19. Решение о продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции фундаментной плиты, стен и перекрытий фундаментной части реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 27.04.2020)   |          |
| 300.            | 05.МР.00.РШ.759-19. Решение о продлении срока эксплуатации. Внутренние строительные конструкции гермообъема реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 27.04.2020)   |          |
| 301.            | 05.МР.00.РШ.761-19. Решение о продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции обстройки и вентиляционной трубы реакторного отделения энергоблока №5 ОП ЗАЭС (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 27.04.2020)   |          |
| 302.            | 05.МР.00.РШ.763-19. Решение о продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции спецкорпуса №2 ОП ЗАЭС (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 22.04.2020)  |          |
| 303.            | Решение 05.МР.00.РШ.741-19 «О продлении срока эксплуатации. Основание РО энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (согласовано Госатомрегулирования исх.№15-23/03/3882-4201 от 10.03.2020)   |          |
| 304.            | Решение 05.МР.00.РШ.760-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции фундаментов, закладных деталей и элементов раскрепления оборудования РО энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 27.04.2020)   |          |
| 305.            | Решение 05.МР.00.РШ.762-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции брызгальных бассейнов ответственных потребителей и помещений задвижек энергоблока №5 ОП ЗАЭС» (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 28.08.2019)   |          |

|                 |  |          |
|-----------------|--|----------|
| ДП НАЕК         | Звіт з періодичної переоцінки безпеки енергоблока №5 ВП ЗАЕС.  | ВП ЗАЕС  |
| 21.5.59.ОППБ.00 | Комплексний аналіз безпеки енергоблока №5  | Стр. 396 |
|                 | <p>306. Решение 56.МР.00.РШ.769-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции резервной дизельной электрической станций энергоблока №5 и общеблочной резервной дизельной электрической станций энергоблоков №5,6 ОП ЗАЭС» (согласовано ИЯБ на ЗАЭС 28.08.2019)</p> <p>307. Решение 05.МР.00.РШ.770-19 «О продлении срока эксплуатации. Главный корпус энергоблока № 5 (машзал, деаэрационное отделение, этажерка электротехнических устройств) ОП ЗАЭС» согласовано ИЯБ на ЗАЭС 04.08.2020.</p> <p>308. Решение 00.МР.00.РШ.771-19 «О продлении срока эксплуатации. Строительные конструкции эстакады контролируемой зоны (опоры №№5/1-5/6, 445-459) ОП ЗАЭС» согласовано ИЯБ на ЗАЭС 28.08.2020.</p> <p>309. СОУ НАЕК 080:2014 «Долгосрочная эксплуатация действующих энергоблоков АЭС. Общие требования»</p> <p>310. НП 306.2.218-2018 «Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки».</p> |          |