

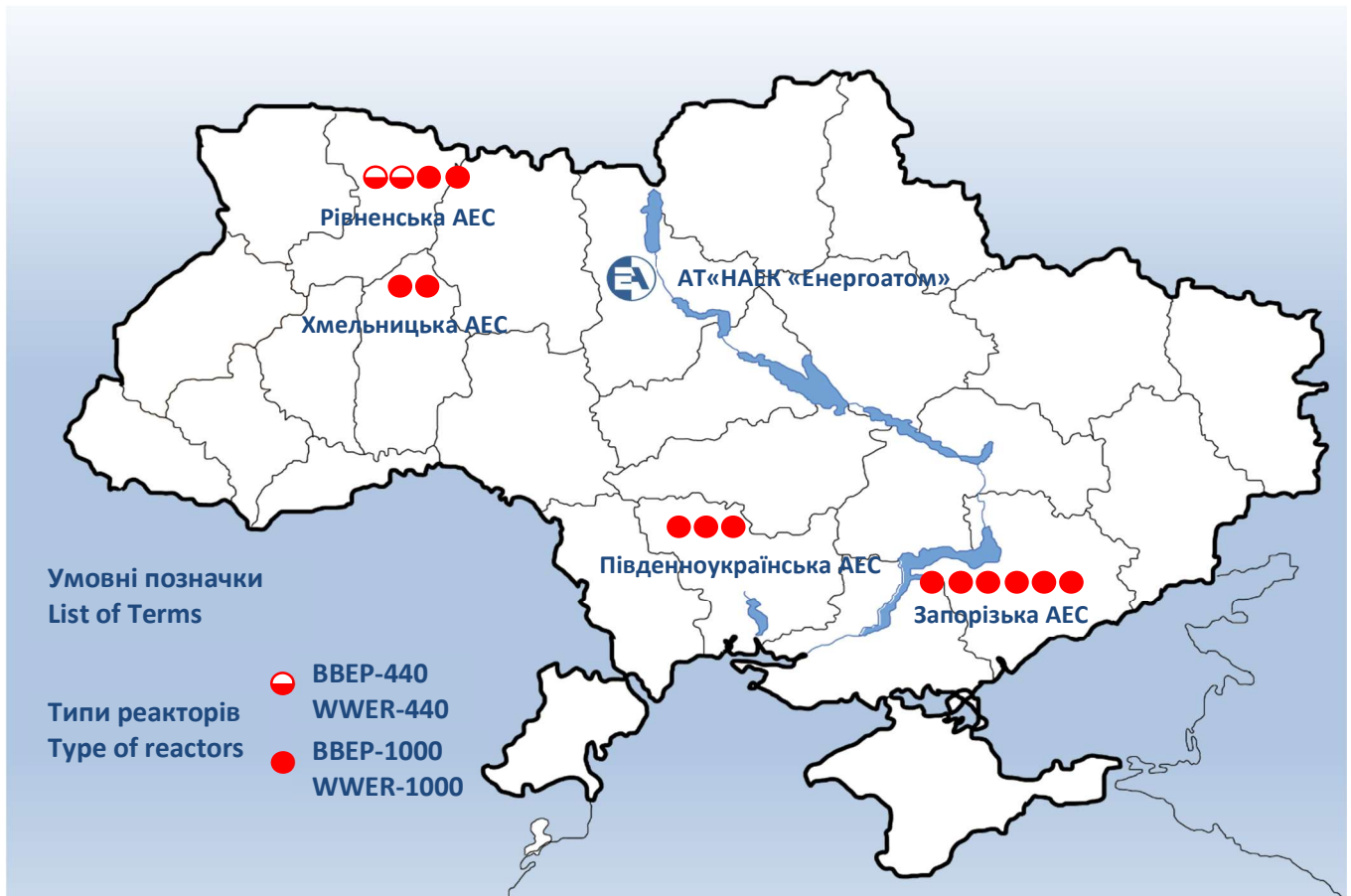


Акціонерне товариство
«Національна атомна енергогенеруюча компанія
«Енергоатом»

**Поводження з радіоактивними
відходами при експлуатації
АЕС АТ «НАЕК «Енергоатом»
(станом на 31 грудня 2024 року)**



Поводження з радіоактивними відходами при експлуатації АЕС АТ «НАЕК «Енергоатом».
Звіт за 2024 рік



ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень.....	4
Вступ.....	6
1 Технічна політика АТ «НАЕК «Енергоатом» в галузі поводження з РАВ...	7
2 Законодавчі та нормативно-технічні документи, які регламентують поводження з РАВ.....	11
3 Види діяльності при поводженні з РАВ на діючих АЕС.....	13
4 Джерела утворення та переробка РРВ на АЕС.....	18
4.1 Поводження з рідкими радіоактивними відходами на ЗАЕС.....	21
4.2. Поводження з рідкими радіоактивними відходами на РАЕС.....	23
4.3 Поводження з рідкими радіоактивними відходами на ХАЕС.....	28
4.4 Поводження з рідкими радіоактивними відходами на ПАЕС.....	31
5 Джерела утворення та переробка ТРВ на АЕС.....	33
5.1 Поводження з твердими радіоактивними відходами на ЗАЕС.....	35
5.2 Поводження з твердими радіоактивними відходами на РАЕС.....	46
5.3 Поводження з твердими радіоактивними відходами на ХАЕС.....	54
5.4 Поводження з твердими радіоактивними відходами на ПАЕС.....	60
6 Забезпечення АЕС контейнерами та обладнанням для зберігання РАВ.....	65
7 Поводження з ВЯП та ВАВ, утвореними після переробки ВЯП АЕС.....	66
8 Фонд поводження з РАВ.....	68
9 Висновки та плани на майбутнє.....	69

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АЕС	атомна електростанція
АТ«НАЕК «Енергоатом», Компанія	Акціонерне товариство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»
БЗ	блок зберігання
БПРВ	будівля переробки радіоактивних відходів
БПСВ	будівля переробки слабоактивних відходів
ВАВ	високоактивні відходи
ВФМ	відпрацьовані фільтруючі матеріали
ВЯП	відпрацьоване ядерне паливо
ДАЗВ	Державне агентство з управління зоною відчуження
Держатомрегулювання	Державна інспекція ядерного регулювання України
ДНАВ	дуже низькоактивні радіоактивні відходи
ДСП «ЦППРВ»	Державне спеціалізоване підприємство «Центральне підприємство з поводження з радіоактивними відходами»
ЗАЕС	Запорізька атомна електростанція
ЗІЗ	засоби індивідуального захисту
ЗШ	зневоднений шлам
КЗ	кубовий залишок
КМУ	Кабінет міністрів України
КП	Комплексна програма поводження з радіоактивними відходами у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-21
КПРАВ	комплекс з переробки радіоактивних відходів
КР	контрольні рівні
Міненерго	Міністерство енергетики України
МОЗ	Міністерство охорони здоров'я України
НАВ	низькоактивні відходи
ПАЕС	Південноукраїнська атомна електростанція
РАВ	радіоактивні відходи
РАЕС	Рівненська атомна електростанція
РРВ	рідкі радіоактивні відходи

рф	російська федерація
САВ	середньоактивні відходи
СБК	солебітумний компаунд
СВО	спецводоочищення
СК	спецкорпус
СОПСТРВ	спеціально обладнане приповерхнєве сховище твердих радіоактивних відходів
СП	сольовий плав
СРВ	сховище рідких радіоактивних відходів
СС	сухі солі
ССВЯП	сухе сховище відпрацьованого ядерного палива
СТРВ	сховище твердих радіоактивних відходів
ТРВ	тверді радіоактивні відходи
УГУ	установка глибокого упарювання
УДМ	установка дезактивації металу
УСМ	установка спалювання радіоактивного мастила
УЦ	установка центрифугування
Філії ВП АЕС	філії «Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС», «Відокремлений підрозділ «Хмельницька АЕС», «Відокремлений підрозділ «Рівненська АЕС», «Відокремлений підрозділ «Південноукраїнська АЕС» АТ «НАЕК «Енергоатом»
Філія «ВП АЕМ»	Філія «Відокремлений підрозділ «Атоменергомаш» АТ «НАЕК «Енергоатом»
ХАЕС	Хмельницька атомна електростанція
ЦСВЯП	централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива
ЯУ	ядерна установка

ВСТУП

Акціонерне товариство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» є найбільшим виробником електроенергії в Україні.

На сьогодні в Україні на етапі життєвого циклу «експлуатація» перебуває 15 енергоблоків – 13 з них з реакторними установками типу ВВЕР-1000 та 2 – типу ВВЕР-440, загальною встановленою потужністю 13 835 МВт .

24 лютого 2022 року стався акт військової агресії з боку російської федерації та на території країни Законом України «Про затвердження Указу Президента України «Про введення воєнного стану в Україні № 64/2022» від 24 лютого 2022 року № 2102-ІХ був ведений воєнний стан.

З початку березня 2022 року місто Енергодар, включаючи майданчик ЗАЕС, захоплений російськими військовими угрупованнями, якими під час обстрілів пошкоджено декілька об'єктів ВП ЗАЕС, у тому числі об'єкти поводження з РАВ.

Під контролем експлуатуючої організації залишаються 9 енергоблоків на трьох діючих атомних електростанціях. Їхня загальна потужність сягає 7,8 ГВт. ЗАЕС не виробляє електроенергію в об'єднану енергомережу України, натомість для власних потреб споживає близько 100 мегават електроенергії з енергомережі України.

У 2024 році АЕС України вироблено 53,1 млрд кВт·год електроенергії, при цьому Компанія перевиконала план і спрямувала до енергосистеми на 1 млрд кВт·год більше електроенергії.

Невід'ємним фактором у процесі виробництва електроенергії на АЕС є утворення радіоактивних відходів. Це відбувається при перебігу основного технологічного процесу та при здійсненні регламентних і ремонтних операцій.

Компанія в умовах постійних обстрілів об'єктів енергетики докладає значних зусиль щодо підвищення ефективності роботи атомних електростанцій, забезпечення безпечної їх експлуатації, включаючи поводження з радіоактивними відходами.

Незважаючи на військовий стан в Україні у 2024 році продовжувались роботи по створенню КППРАВ на майданчику ХАЕС, здійснювалась промислова експлуатація комплексу з переробки радіоактивних відходів на РАЕС, виконувались заходи з мінімізації РАВ та ряд інших заходів, що заплановані Комплексною програмою поводження з РАВ у ДП «НАЕК «Енергоатом».

1 ТЕХНІЧНА ПОЛІТИКА АТ «НАЕК «ЕНЕРГОАТОМ» В ГАЛУЗІ ПОВОДЖЕННЯ З РАВ

Поводження з радіоактивними відходами в АТ «НАЕК «Енергоатом» здійснюється відповідно до:

- Закону України «Про поводження з РАВ»;
- Енергетичної стратегії України на період до 2050 року, схваленої розпорядженням КМУ від 21 квітня 2023 р.
- Стратегії поводження з радіоактивними відходами в Україні, схваленої розпорядженням КМУ від 19.08.2009 № 990-р;
- «Комплексної програми поводження з РАВ у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-21 (далі – Комплексна програма), введеної в дію розпорядженням від 06.05.2022 № 01-262-р.

Схема взаємодії АТ «НАЕК «Енергоатом» з органами державного регулювання та управління при поводженні з РАВ

Органами державного регулювання є Державна інспекція ядерного регулювання України (Держатомрегулювання) та Міністерство охорони здоров'я України.

До основних функцій цих органів належить:

- розробка норм, правил і стандартів з радіаційної безпеки;
- державний нагляд за дотриманням норм, правил і стандартів з радіаційної безпеки.

Органом державного управління є Міністерство енергетики України (Міненерго).

До основних завдань Міненерго відносяться:

- забезпечення формування та реалізація державної політики у паливно-енергетичному комплексі;
- здійснення державного управління у сфері використання ядерної енергії та радіаційної безпеки тощо.

Відповідно до покладених завдань Міненерго:

- розробляє і виконує державні програми використання ядерної енергії, підвищення ядерної та радіаційної безпеки;
- планує заходи щодо забезпечення мінімального рівня утворення радіоактивних відходів на об'єктах ядерної енергетики та атомної промисловості тощо.

Державне спеціалізоване підприємство «Центральне підприємство з поводження з радіоактивними відходами» (ДСП «ЦППРВ»), яке підпорядковане

Державному агентству з управління зоною відчуження (ДАЗВ), є оператором сховищ та несе відповідальність за прийом та захоронення (за необхідності – довготривале зберігання) кондиційованих РАВ.

На сьогодні відсутні сховища, призначені для приймання кондиційованих РАВ АЕС, але розглядаються можливості щодо прийняття РАВ АЕС АТ «НАЕК «Енергоатом» до існуючих сховищ (СОПСТРВ, ТРВ-1, ТРВ-2).



Схема взаємодії АТ «НАЕК «Енергоатом» з органами державного регулювання та управління України при поводженні з РАВ

До функцій АТ «НАЕК «Енергоатом» в сфері поводження з РАВ належать:

- забезпечення безпечної експлуатації споруд та обладнання системи поводження з РАВ;
- забезпечення обліку та фізичного захисту РАВ, дотримання норм, правил та стандартів з радіаційної безпеки при поводженні з РАВ;

- забезпечення радіаційного захисту персоналу, населення та довкілля.
- мінімізація утворення РАВ при експлуатації енергоблоків АЕС;
- збір, переробка, дезактивація, кондиціонування, паспортизація упаковок РАВ з метою підготовки до передачі у сховища комплексу «Вектор» на довгострокове зберігання / захоронення;
- тимчасове зберігання РАВ у сховищах на промайданчиках АЕС;
- звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю.

Технічна політика АТ «НАЕК «Енергоатом» в сфері поведінки з РАВ направлена на створення сучасної інфраструктури з поведінки з РАВ діючих АЕС, яка повинна забезпечити:

- виконання робіт з мінімізації обсягів РАВ, що утворюються;
- вивільнення об'ємів у сховищах для тимчасового зберігання РАВ на промайданчиках АЕС шляхом переробки/кондиціонування РАВ;
- передачу кондиційованих РАВ, в подальшому, до спецпідприємств на довгострокове зберігання / захоронення.

Основні принципи АТ «НАЕК «Енергоатом» у сфері поведінки з РАВ:

- забезпечення відповідного рівня безпеки;
- мінімізація обсягів утворення РАВ при експлуатації АЕС;
- вибір оптимальних технологій переробки / кондиціонування РАВ;
- створення умов для переробки, іммобілізації та тимчасового зберігання РАВ, що утворюватимуться при продовженні строку експлуатації АЕС;
- впровадження сучасних технологій переробки та/або іммобілізації РАВ для їх безпечного перевезення, зберігання та захоронення;
- забезпечення якості всіх процесів і робіт щодо поведінки з РАВ на АЕС.

Вибір оптимальних технологій переробки / кондиціонування РАВ здійснюється з урахуванням таких факторів:

- мінімально можливі індивідуальні дози опромінення персоналу;
- економічно обґрунтована вартість переробки РАВ;
- найменша кількість РАВ, що утворюються;
- тривалість і вартість тимчасового зберігання РАВ;
- критерії приймання РАВ на захоронення;
- можливість використання обраних методів переробки РАВ як на етапі експлуатації, так і на етапі зняття з експлуатації ЯУ.

Комплексна програма поведінки з РАВ у ДП «НАЕК «Енергоатом»

Заходи з реалізації технічної політики АТ «НАЕК «Енергоатом» в галузі

поводження з РАВ передбачені «Комплексною програмою поведження з радіоактивними відходами у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-21.

Метою реалізації Комплексної програми є:

- удосконалення технічної політики експлуатуючої організації АТ «НАЕК «Енергоатом» в сфері поведження з РАВ;
- забезпечення мінімального рівня утворення РАВ;
- удосконалення нормативно-методичної бази в сфері поведження з РАВ;
- забезпечення необхідного рівня керованості і оперативного контролю за реалізацією запланованих заходів, визначення їх пріоритетності;
- своєчасне планування, підготовка обґрунтувань щорічних обсягів фінансування та забезпечення необхідного фінансування для реалізації запланованих заходів;
- підвищення експлуатаційної готовності та рівня безпеки;
- підготовка РАВ до захоронення.

Реалізація Комплексної програми здійснюється за такими напрямками:

- мінімізація утворення РАВ;
- удосконалення діючих систем поведження з РАВ на майданчиках філій ВП АЕС, впровадження/модернізація технологій, методів та засобів, що спрямовані на мінімізацію обсягів утворення РАВ;
- забезпечення АЕС обладнанням для зберігання та транспортування РАВ;
- розроблення нової та удосконалення чинної нормативно-методичної документації в галузі поведження з РАВ;
- впровадження / модернізація технологій, методів та засобів поведження з РАВ;
- впровадження транспортно-технологічної схеми перевезення РАВ АЕС на спеціалізовані підприємства;
- підготовка до передачі та передача РАВ у власність держави шляхом створення комплексних ліній і окремих установок з переробки, вилучення та кондиціонування РАВ, відповідно до критеріїв приймання на довгострокове зберігання / захоронення.

Виконання заходів Комплексної програми є умовою ліцензій на експлуатацію енергоблоків АЕС і контролюється Держатомрегулювання в рамках наглядової діяльності та Міненерго в рамках процесу управління.

В рамках контролю виконання заходів КП, запланованих для реалізації протягом звітного періоду, а також контролю фінансового забезпечення та використання коштів при реалізації заходів КП підготовлені узагальнені річний і

піврічний звіти щодо поведження з РАВ в АТ «НАЕК «Енергоатом». Звіти в терміни, визначені КП, направлені на адреси Держатомрегулювання та Міненерго.

У зв'язку зі створенням Акціонерного товариства «НАЕК «Енергоатом» та відповідно до рішення протоколу № 14 засідання Ради заступників головних інженерів, до компетенції яких належать питання поведження з РАВ, затвердженого 24.10.2024, у звітному році розпочався позаплановий перегляд Комплексної програми ПМ-Д.0.18.174-21. Оновлена Комплексна програма поведження з радіоактивними відходами АТ «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-25 визначатиме основні напрямки діяльності та перелік заходів щодо поведження з РАВ на 2025-2029 роки.

2 ЗАКОНОДАВЧІ ТА НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНІ ДОКУМЕНТИ, ЯКІ РЕГЛАМЕНТУЮТЬ ПОВОДЖЕННЯ З РАВ

Система законодавчих та нормативно-технічних документів, яка регламентує поведження з РАВ в Україні, утворює таку ієрархічну структуру:

Закони України та розпорядження Кабінету Міністрів України

1. «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 № 39/95-ВР.
2. «Про поведження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 № 255/95-ВР.
3. «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14.01.1998 № 15/98ВР.
4. «Про охорону навколишнього природного середовища», від 25.06.1991 № 1264-ХІІ.
5. «Про ратифікацію Об'єднаної конвенції про безпеку поведження з відпрацьованим паливом та про безпеку поведження з радіоактивними відходами» від 20.04.2000 № 1688-ІІІ.
6. «Про дозвільну діяльність в сфері використання ядерної енергії» від 11.01.2000 № 1370-ХІV.
7. Розпорядження КМУ від 04.11.2022 № 992-р «Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової екологічної програми поведження з радіоактивними відходами».
8. Стратегія поведження з радіоактивними відходами в Україні, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 19.08.2009 № 990-р.

Чинні норми, правила, стандарти та інші регулюючі документи, що стосуються безпеки поведження з радіоактивними відходами

1. ДГН 6.6.1.-6.5.001-98 Державні гігієнічні нормативи. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97).
2. НРБУ-97/Д-2000 ДГН 6.6.1-6.5.061-2000 Норми радіаційної безпеки України. Доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення. Державні гігієнічні нормативи.

3. ДСП 6.177-2005-09-02 Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005).
4. НП 306.2.245-2024 Загальні положення безпеки атомних станцій.
5. НП 306.5.04/2.059-2002 Порядок проведення державної інвентаризації радіоактивних відходів.
6. НП 306.5.04/2.060-2002 Умови і вимоги безпеки (ліцензійні умови) провадження діяльності у сфері поводження з радіоактивними відходами.
7. НП 306.6.095-2004 Вимоги та умови безпеки (ліцензійні умови) провадження діяльності з перевезення радіоактивних матеріалів.
8. НП 306.4.159-2010 Порядок звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у рамках практичної діяльності.
9. НП 306.4.213-2017 Загальні положення безпеки при поводженні з радіоактивними відходами до їх захоронення.
10. НП 306.4.219-2018 Загальні положення безпеки при захороненні радіоактивних відходів.
11. НП 306.2.230-2020 Загальні положення безпеки зняття з експлуатації ядерних установок.
12. РД 306.4.098-2004 Рекомендації з установлення критеріїв приймання кондиційованих радіоактивних відходів на захоронення в приповерхневих сховищах.

Документи галузевого рівня та стандарти АТ «НАЕК «Енергоатом»

1. Комплексна програма поводження з радіоактивними відходами у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-21.
2. СОУ НАЕК 083:2015 Встановлення контрольних рівнів утворення та надходження до сховищ радіоактивних відходів на атомних електростанціях. Методичні вказівки.
3. СОУ ЯЕК 1.037:2013 Короткоіснуючі низько- та середньоактивні відходи АЕС. Вимоги до кінцевого продукту переробки.
4. СОУ НАЕК 019:2021 Поводження з радіоактивними відходами атомних електростанцій України. Види, форми та періодичність звітності.
5. СОУ НАЕК 260:2022 Звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у ДП «НАЕК «Енергоатом».
6. СОУ НАЕК 279:2023 Вимоги до засобів дезактивації обладнання, приміщень та спецодягу.

3 ВИДИ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З РАВ НА ДІЮЧИХ АЕС

Поводження з радіоактивними відходами на АЕС охоплює всі види діяльності, пов'язані зі збиранням, перевезенням, переробкою, тимчасовим зберіганням та підготовкою радіоактивних відходів до передачі на спецпідприємства для довгострокового зберігання/захоронення.

Радіоактивні відходи – матеріальні об'єкти та субстанції, активність радіонуклідів або радіоактивне забруднення яких перевищує межі, встановлені діючими нормами, за умови, що використання цих об'єктів та субстанцій не передбачається (Закон України «Про поведження з радіоактивними відходами»).

Класифікація радіоактивних відходів встановлена Законом України «Про поведження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995 року № 255/95-ВР, Державними санітарними правилами ДСП 6.177-2005-09-02 «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України».



Види діяльності при поведженні з РАВ на АЕС

Рідкі та тверді радіоактивні відходи, які утворюються в процесі експлуатації АЕС, переробляються на наявних установках та зберігаються в спеціальних сховищах твердих (СТРВ) та рідких (СРВ) радіоактивних відходів.

Рідкі радіоактивні відходи (КЗ, ВФМ та шлами) зберігаються у металевих ємностях з корозійностійкої сталі, обладнаних автоматизованою системою визначення рівня РРВ. Для виключення аварійного витікання РРВ у навколишнє середовище усі ємності розміщені у залізобетонних приміщеннях, облицьованих на висоту аварійного розливу РРВ листами із корозійностійкої сталі та обладнаних сигналізацією контролю протікань.

Тверді РАВ збираються в місцях їх утворення, сортуються за категоріями (за потужністю дози гама-випромінювання) та транспортуються на тимчасове зберігання у СТРВ.

СТРВ на майданчиках АЕС являють собою залізобетонні конструкції, що складаються з окремих комірок для розміщення ТРВ відповідно категорії активності. Кожна комірка має свою конфігурацію та закривається залізобетонними плитами.

Перед розміщенням ТРВ на тимчасове зберігання наразі здійснюються:

- попередня обробка низькоактивних ТРВ – підпресування ПАЕС;
- переробка низькоактивних ТРВ на установках комплексу з переробки РАВ на РАЕС.

У ВП ХАЕС переробка ТРВ не здійснюється. Вона розпочнеться з введенням в експлуатацію КПРАВ, якій наразі створюється.

На всіх АЕС діють регламенти «Контрольні рівні утворення та надходження до сховищ радіоактивних відходів». Протягом 2024 року перевищення КР утворення ТРВ та РРВ не зафіксовано.

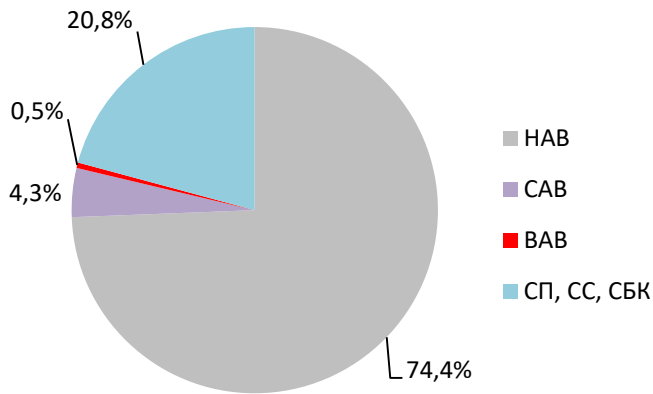
Контрольні рівні підлягають регулярному перегляду. Термін дії регламентів «Контрольні рівні утворення та надходження до сховищ радіоактивних відходів» АЕС становить не більше 3-х років. У 2024 році виконано плановий перегляд регламентів, які введені в дію з 01.01.2025 року.

Оснащеність діючих АЕС обладнанням для переробки РАВ

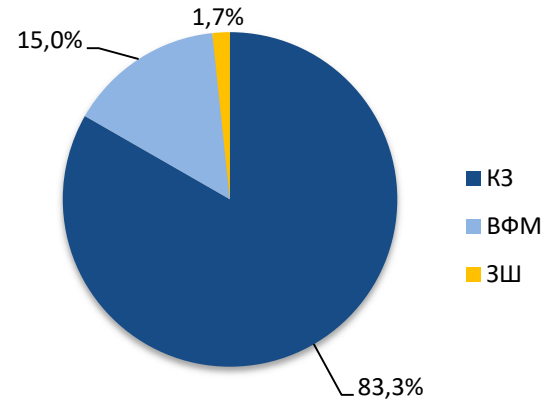
Назва установки	Основне призначення	Проектна потужність	Рік введення в експлуатацію
ВП ЗАЕС			
Випарні установки	Випарювання трапних вод	6 м ³ /годину	1984, 1989
Установки глибокого упарювання УГУ-500, УГУ-1-500	Глибоке упарювання кубового залишку	500 дм ³ /годину	1987- перша лінія 2000 - друга лінія
Установка сортування	Сортування ТРВ	0,25 м ³ /годину	2004 2006-реконструкція
Установка пресування ВНР-500	Зменшення об'ємів НАВ	P = 500 кН	1991
Установка спалювання РАВ (КПРАВ)	Зменшення об'ємів ТРВ та РРВ	30 кг/год – ТРВ 12 кг/год - РРВ	2019
Система моніторингу викидів (КПРАВ)	Контроль параметрів димових газів	Безперервно та періодично	2019
Установка суперпресування (КПРАВ)	Зменшення об'ємів ТРВ	P = 1500 т 4-6 брикетів/годину	2019
Установка фрагментації (КПРАВ)	Фрагментація ТРВ	200 т/рік (30 кг/годину)	2019
Установка паспортизації (КПРАВ)	Вимірювання активності та радіонуклідного складу упаковок ТРВ	20 контейнерів/ 3 зміни	2019
Установка вилучення ТРВ	Вилучення ТРВ	Вантажопідйомність крана 1,25 т	2019
Установка ультразвукової дезактивації	Дезактивація радіоактивно забрудненого металу	Вантажопідйомність крана 500 кг	2020
ВП РАЕС			
Випарні установки	Випарювання трапних вод	6 м ³ /годину	1980, 1986
Установка глибокого упарювання УГУ1-500	Глибоке випарювання кубового залишку	500 дм ³ /годину	2004- перша лінія 2007- друга лінія
Установка бітумування	Бітумування рідких РАВ	150 дм ³ /годину	1995-введена в експлуатацію; 2002 –законсервована
Установка центрифугування	Очищення трапних вод	1,5-7 м ³ /годину	2004
Установка вилучення ТРВ	Вилучення ТРВ	15 м ³ /тиждень	2018

Назва установки	Основне призначення	Проектна потужність	Рік введення в експлуатацію
Установка фрагментації та сортування	Фрагментація та сортування ТРВ	4,5 м ³ /зміну	2018
Установка суперпресування	Зменшення об'ємів ТРВ	P = 1500 т	2018
Установка цементування	Кондиціонування РАВ	8 конт./зміну	2018
Установка дезактивації металу	Дезактивація радіоактивно забрудненого металу	200 т/рік 800 кг/добу	2018
Установка вимірювання активності	Вимірювання активності та радіонуклідного складу упаковок ТРВ	12 конт./зміну	2018
Установка очистки оливи	Очищення радіоактивно забрудненої оливи	не менше 0,58 м ³ /год	2018
ВП ХАЕС			
Випарні установки	Випарювання трапних вод	6 м ³ /годину	1987
Установка глибокого упарювання УГУ-1-500	Глибоке випарювання кубового залишку	500 дм ³ /годину	1990
Установка центрифугування	Очищення трапних вод	1-10 м ³ /годину	2011
Установка спалювання РРВ	Спалювання радіоактивного мастила	5 дм ³ /годину	1994
ВП ПАЕС			
Випарні установки	Випарювання трапних вод	6 м ³ /годину	1982 1989
Установка пресування С-26	Зменшення обсягів низькоактивних РАВ	P = 2000 кН	1997
Установка вимірювання активності	Вимірювання активності та радіонуклідного складу упаковок ТРВ	12 конт./зміну	2019

Розподіл об'ємів накопичення РРВ та ТРВ на АЕС представлено на нижче наведених діаграмах.



**Розподіл об'ємів накопичених ТРВ на АЕС
(з урахуванням СП, СС (ПАЕС) та СБК (ПАЕС))**



**Розподіл об'ємів накопичених РРВ
на АЕС**

Заходи з модернізації системи поводження з РАВ на АЕС, що заплановані та реалізуються

Заходи з удосконалення системи поводження з РАВ поділяються на організаційно-адміністративні та технічні заходи.

Основні організаційно-адміністративні заходи, що реалізуються:

- удосконалення планування робіт (нормування утворення РАВ) в зоні «суворого» режиму;
- підвищення кваліфікації персоналу АЕС з питань мінімізації утворення РАВ та поводження з РАВ;
- встановлення та перегляд контрольних рівнів утворення/надходження та норм утворення ТРВ та РРВ на АЕС.

Основні технічні заходи, що реалізуються:

- будівництво та введення в експлуатацію комплексів з переробки РАВ на майданчиках ХАЕС та ПАЕС;
- удосконалення експлуатаційних режимів установок з переробки РАВ;
- модернізація засобів збирання, транспортування та зберігання РАВ;
- удосконалення системи обліку та контролю РАВ;
- реалізація заходів з мінімізації за результатами аналізу джерел та кількості утворення радіоактивних середовищ, РРВ, ТРВ;
- дезактивація забруднених матеріалів та їх повторне використання;
- застосування сучасних технологій та засобів для дезактивації, зменшення кількості циклів дезактивації приміщень, устаткування та ЗІЗ;

- розділення потоків відходів на умовно «чисті» та радіоактивно-забруднені з метою запобігання їх змішуванню на ранньому етапі;
- продовження терміну експлуатації обладнання;
- забезпечення дотримання норм витрат рідини з метою скорочення утворення РРВ;
- вирішення питання щодо подальшого поводження з СП;
- забезпечення контейнерами для поводження з РАВ на всіх етапах;
- впровадження оптимізованої схеми поводження з РРВ (КЗ, ВФМ, шлами) тощо.

4 Джерела утворення та переробка РРВ на АЕС

Утворення рідких РАВ (РРВ) на АЕС пов'язане з особливостями технологічного процесу.

Рідкі радіоактивні середовища збираються системою спецканалізації через трапи та приямки і направляються для очищення на установки СВО-3 та СВО-7. Очищення та переробка трапних вод проводяться з метою мінімізації об'ємів РРВ, що надходять на зберігання до сховищ АЕС, а також повторного використання очищених вод.



Джерела утворення трапних вод на АЕС

В результаті роботи установок СВО на АЕС утворюються такі види РРВ:

- кубовий залишок, як результат переробки трапних вод і вод спецпралень на установках спецводоочищення;
- відпрацьовані фільтруючі матеріали, що надходять з фільтрів установок спецводоочищення у разі вичерпання ресурсу іонообмінного матеріалу;
- шлами;
- відпрацьовані мастила та змішані рідини.

Кубовий залишок (КЗ), після випарних апаратів СВО-3,7, який зазвичай відноситься до САВ, з метою зменшення об'єму, випарюється на установках глибокого упарювання до сольового плаву (крім ПАЕС), що дозволяє ефективно зменшувати об'єми відходів.

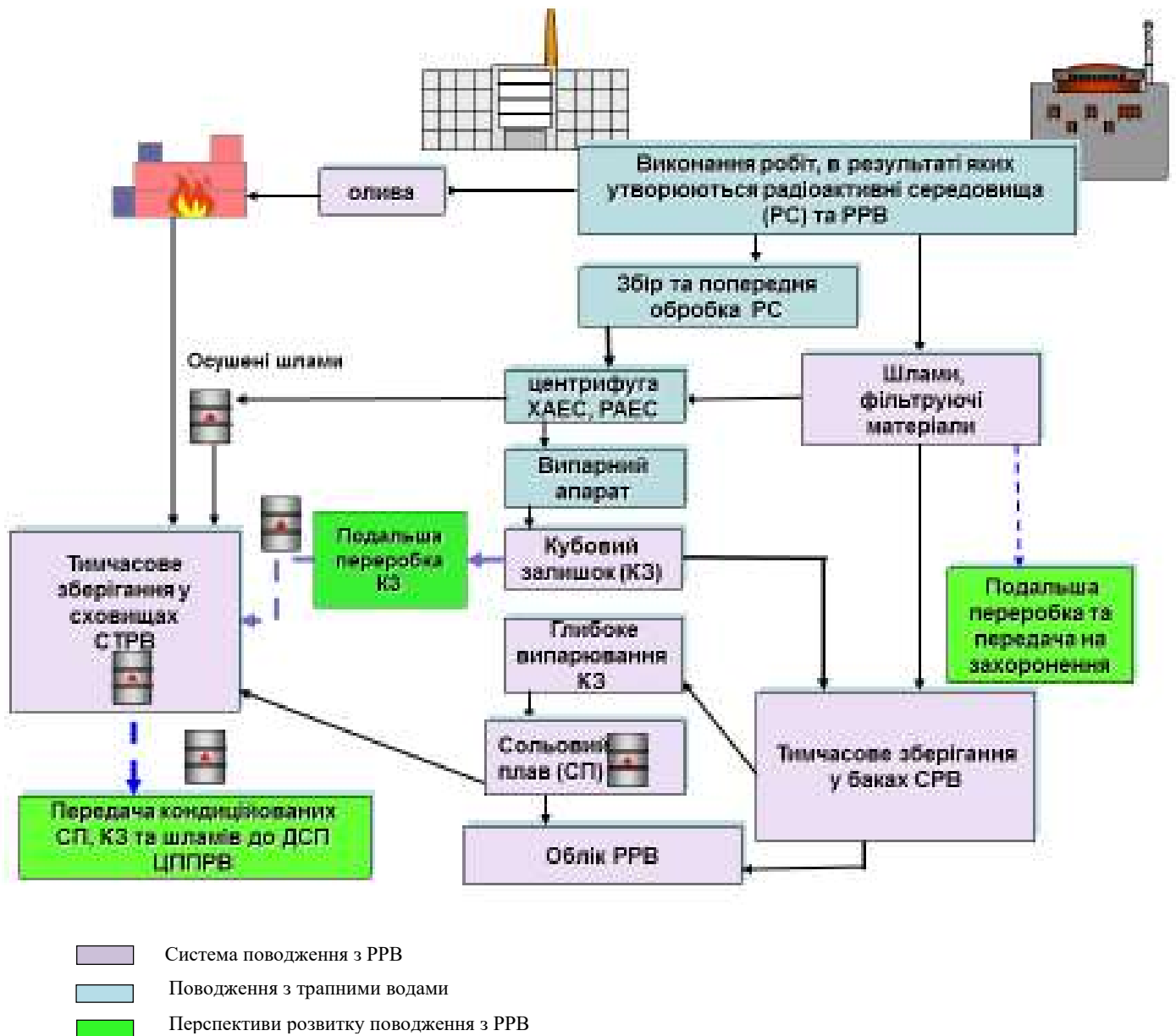
Наявність вільних об'ємів для зберігання кубового залишку залежить від безперебійної роботи УГУ та забезпечення необхідних обсягів постачання контейнерів для розфасування СП, який утворюється у процесі переробки КЗ.

Відпрацьовані фільтруючі матеріали (ВФМ) та шлами збираються та зберігаються в ємностях СРВ під шаром води. Фільтруючі матеріали наразі не переробляються.

Показники утворення ВФМ на АЕС мають інформаційний характер, оскільки періодичність та об'єми вивантаження фільтрів різні, що у значній мірі пов'язано з особливостями водно-хімічного режиму на кожній АЕС. Заміна іонообмінних смол регламентується «Графіком експлуатаційного контролю іонообмінних смол і матеріалів».

На Рівненській та Хмельницькій АЕС експлуатуються установки центрифугування для очищення трапних вод від твердої фракції (шламу). Зневоднений шлам зберігається в контейнерах КТ-0,2 у СТРВ.

Відпрацьоване радіоактивне мастило на ПАЕС та РАЕС не переробляється, а накопичується, на ХАЕС - спалюється.



Загальна схема поводження з трапними водами та РРВ

4.1 Поводження з рідкими радіоактивними відходами на ЗАЕС

Протягом звітного періоду у зв'язку з повномасштабною агресією РФ проти України та тимчасовою окупацією майданчика ЗАЕС склалася ситуація, яка унеможливила надання звітності щодо стану установок поводження з РАВ та обсягів переробки та накопичення РРВ.

Інформація у підрозділі наведена на 01.07.2022.



Наслідки влучання у спецкорпус СК1 ЗАЕС

Поводження з трапними водами та РРВ на Запорізькій АЕС здійснюється з використанням установок:

- спецводоочищення СВО-3 та СВО-7 у складі фільтрів та випарних апаратів;
- глибокого упарювання (дві лінії);
- спалювання радіоактивного мастила та ТРВ.

Трапні води та води спецпралень переробляються на обладнанні систем СВО-3 та СВО-7.

Зазначені системи включають по 2 випарні установки на кожному із спецкорпусів №1 та №2. Продуктом переробки трапних вод на випарних апаратах СВО-3 та СВО-7 є кубовий залишок.

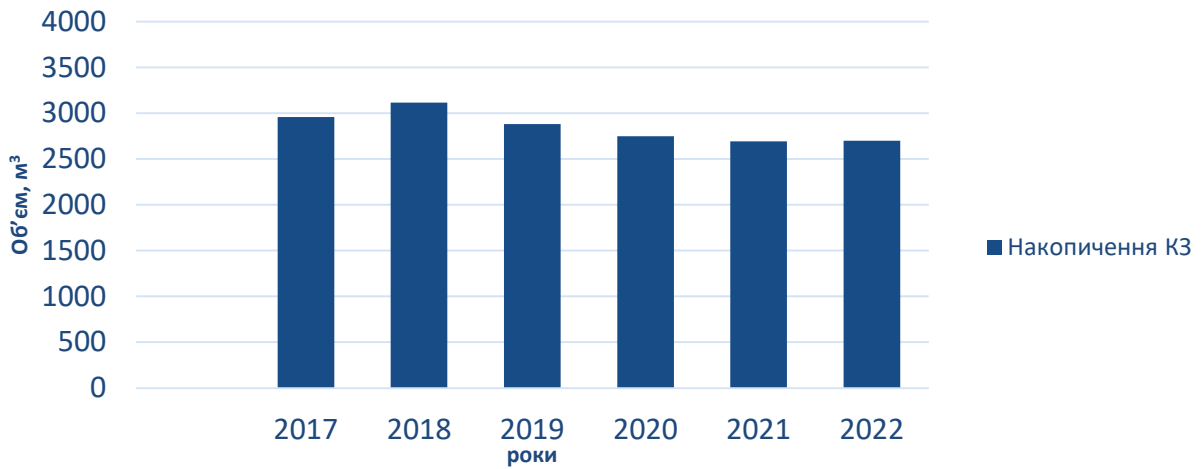
З метою уникнення кристалізації солей в баках зберігання КЗ впроваджена технологія зберігання з використанням водно-хімічного режиму з підвищеним значенням рН.



Центральний зал хімводоочищення

Дані щодо кількості накопичених РРВ по ЗАЕС наведено станом за 1 півріччя 2022 року.

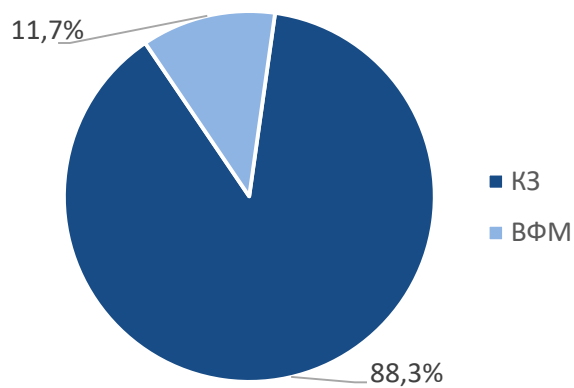
Динаміка накопичення КЗ в сховищах ЗАЕС



Динаміка накопичення ВФМ та шламів у сховищах ЗАЕС



Станом на 30.06.2022 заповнення ємностей ВФМ - 87,15%.



Розподіл накопичених об'ємів РРВ на ЗАЕС

Досить високим є заповнення ємностей тимчасового зберігання відпрацьованих фільтруючих матеріалів та шламів. Тому пріоритетним завданням для ЗАЕС залишається впровадження технологій іммобілізації ВФМ та шламів та початок їх переробки. Наразі виконано характеризація зразків ВФМ та шламів, розроблені рецептури іммобілізації на реальних ВФМ та шламів. На майданчик ЗАЕС було поставлено обладнання мобільної установки для переробки дослідної партії ВФМ. У зв'язку з введенням воєнного стану та тимчасовою окупацією ЗАЕС виконання заходу тимчасово призупинено. Строк виконання буде уточнено після скасування воєнного стану.

З урахуванням виконання заходів, передбачених КП, вільних об'ємів для зберігання РРВ на ЗАЕС має бути достатньо для подальшої експлуатації енергоблоків. Але остаточні висновки можуть бути зроблені тільки після деокупації ЗАЕС, повного обстеження приміщень та обладнання, проведення інвентаризації РАВ та сховищ для їх зберігання тощо.

4.2 Поводження з рідкими радіоактивними відходами на РАЕС

Поводження з трапними водами та РРВ на РАЕС здійснюється з використанням установок:

- спецводоочищення СВО-3 та СВО-7 у складі фільтрів та випарних апаратів;
- глибокого упарювання (дві лінії);
- центрифугування.

У ємностях, призначених для збору і відстоювання трапних вод, відбувається накопичення шламу. До цих ємностей відносяться баки-приямки, баки-відстійники трапних вод та баки трапних вод.



Установка центрифугування призначена для попереднього очищення трапних вод від крупнодисперсних механічних частинок шляхом центрифугування в циклі системи СВО-3, а також очищення баків від накопичених шламів, зневоднення шламових залишків до стану, придатного для тимчасового зберігання і транспортування.

Очищена в центрифугі вода (фугат) направляється для подальшої переробки на фільтрах та випарних апаратах

системи спецводоочищення. Зневоднений шлам вивантажується в контейнери КТ-0,2, які транспортуються у сховище твердих радіоактивних відходів (СТРВ), розташоване в будівлі переробки слабоактивних відходів (БПСВ). Зневоднений шлам зберігається в комірках для контейнерів-бочок 101/9 та 101/8.

У 2024 році установка центрифугування знаходилась в експлуатації 5651 годину. В результаті роботи установки перероблено 13016 м³ трапної води та отримано 1,8 м³ зневодненого шламу (9 контейнерів).

На РАЕС експлуатується транспортна естакада, яка дозволяє здійснювати перекачку трапних вод та декантату КЗ із спецкорпусу № 1 у спецкорпус № 2.

ВФМ за допомогою гідротранспортної системи направляються в ємності СРВ, де вони зберігаються під шаром води.

На Рівненській АЕС, єдиній з усіх АЕС України, у 1995 році було введено **установку бітумування** для переробки кубового залишку. Проектна потужність установки становила 150 дм³/годину. Принцип дії установки полягає у випарюванні кубового залишку до стану з 5% вологістю та одночасним включенням солей в бітумну матрицю. Отриманий при охолодженні солебітумний компаунд (СБК), відповідно до класифікації ОСПУ-2005, не відноситься до РРВ. Установку бітумування законсервовано у 2002 році відповідно до вимог з пожежної безпеки. Відтак, солебітумний компаунд, що був накопичений у кількості 147,8 м³ (739 упаковок), наразі не напрацьовується.

З 2013 року розпочато роботу з реалізації заходів щодо передачі контейнерів з солебітумним компаундом, які зберігаються у сховищах РАЕС, до ДСП «ЦППРВ» для переробки з подальшим захороненням.

У 2021 році 60 контейнерів з солебітумним компаундом об'ємом 12 м³ були передані до ДСП «ЦППРВ».

Згідно з Технічним рішенням ДСП «Чорнобильська АЕС» виконані роботи з іммобілізації РАВ у вигляді солебітумного компаунду (60 контейнерів з СБК) шляхом їх розміщення у контейнерах КЗ-3 та заповнення цементним розчином і передача іммобілізованих РАВ оператору сховища.



У IV кварталі 2023 року ДСП «ЦППРВ» прийнято на захоронення радіоактивні відходи у вигляді 12 контейнерів КЗ-3 з солебітумним компаундом.

Це перші РАВ від АЕС, які були передані до спецпідприємств на захоронення. У звітному періоді передача РАВ від РАЕС на довгострокове зберігання або захоронення не здійснювалась.

Установка глибокого упарювання УГУ1-500М призначена для переробки кубового залишку, що утворюється при випарюванні трапних вод на випарних апаратах установок СВО.

З ємностей СРВ кубовий залишок, після додаткового очищення, випарюється у прямоочних випарних апаратах. Отриманий сольовий плав через трубопровід вивантаження подається на вузол розфасовки, де заливається в контейнер та в процесі охолодження твердне. Контейнер-бочка із застиглим в ньому сольовим плавом направляється до блоку зберігання БПСВ.

Дві лінії установки УГУ1-500М в 2024 році знаходились в експлуатації 738 годин. Було перероблено 369 м³ КЗ та отримано 33,6 м³ СП.

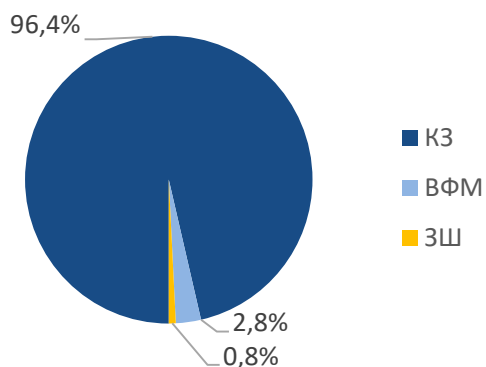
На установках глибокого упарювання УГУ1-500М щорічно планується переробляти таку кількість кубового залишку, що не призводить до збільшення його накопичення у ємностях СРВ з урахуванням проведення робіт з розмиву сольових відкладень.

За стабільної роботи УГУ та реалізації заходів, запланованих у «Комплексній програмі поводження з радіоактивними відходами у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-21, вільних обсягів ємностей СРВ буде достатньо для забезпечення безпечної експлуатації енергоблоків РАЕС.

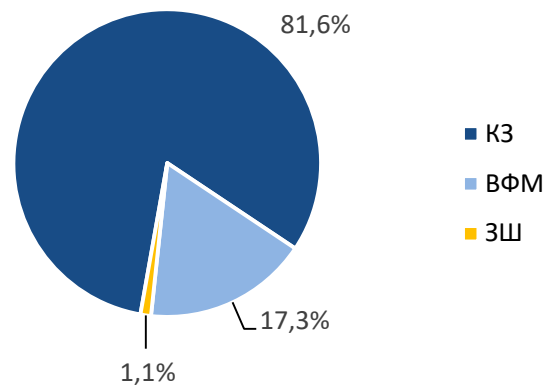




У 2024 році спостерігається незначне збільшення накопичення кубового залишку у сховищах РАЕС на 5 м³ у зв'язку з недостатньою кількістю контейнерів для сольового плава. Вільні обсяги для зберігання даного виду РАВ становлять 62 %.



Розподіл утворених об'ємів РРВ на РАЕС



Розподіл накопичених об'ємів РРВ на РАЕС

На сьогоднішній день на РАЕС відсутні установки з переробки/кондиціонування фільтруючих матеріалів.

Станом на 31.12.2024 на РАЕС накопичено 587,55 м³ ВФМ.

Не зважаючи на зростання накопичення ВФМ, вільних об'ємів для їх зберігання достатньо. Вільні обсяги для зберігання відпрацьованих фільтруючих матеріалів станом на 31.12.2024 становлять 44%.

На Рівненській АЕС впроваджено сучасний екологічний проєкт – унікальний метод «RAES», який сприятиме підвищенню обізнаності та відповідальності персоналу під час здійснення виробничої діяльності, пов'язаної з утворенням РАВ, а також їхньої мінімізації.

У рамках реалізації рішень нарад робочої групи з питань мінімізації утворення трапних вод на РАЕС:

- для зниження концентрації борної кислоти з $0,7 \text{ г/дм}^3$ до $0,35 \text{ г/дм}^3$ перед зупиненням 4 блоку у 2024 році використовувався водообмін, таким чином, виключено проведення регенерації фільтрів СВО-2 та надходження регенераційних вод до спецканалізації;

- розроблено «Технічне рішення про застосування ущільнюючих пристроїв з самоцентруючими сальниковими коробками», «Технічне рішення про застосування ущільнюючих пристроїв з самоцентрувальною сальниковою коробкою (УССК) на насосах типу X 80-50-200-К-СД-У4 та X 45/54-Е-СД енергоблоків № 3, 4 філії ВП РАЕС», «Технічне рішення про монтаж трубопроводу відводу рециркуляційної води від ВНУ «Хаммельман» до баку 4VF70B01».

Завдяки реалізованим адміністративним та технічним заходам на Рівненській АЕС зменшується надходження трапних вод, які є джерелом утворення РРВ.



4.3 Поводження з рідкими радіоактивними відходами на ХАЕС

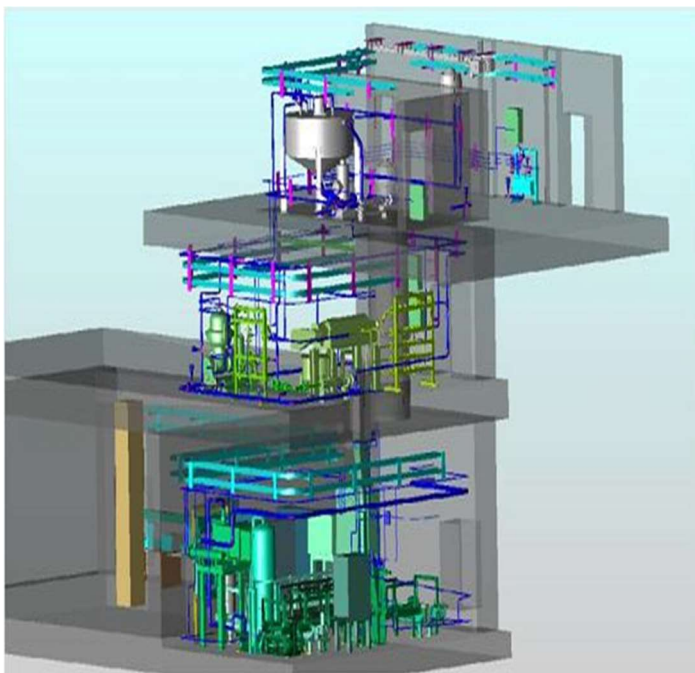
Трапні води на ХАЕС направляються на центрифугування, а потім на установки спецводоочищення СВО-3, СВО-7, де вони, після додаткового очищення на фільтрах, піддаються первинному концентруванню на випарних апаратах до кубового залишку із загальним солевмістом до 500 г/л. Отриманий КЗ збирається в ємності СРВ для тимчасової витримки з метою розпаду короткоіснуючих радіонуклідів.

Після тимчасової витримки КЗ концентрується на установці глибокого упарювання УГУ-1-500 до сольового плаву із загальним солевмістом 1800-1900 г/л.

Відпрацьовані на фільтрах СВО-3, СВО-7 фільтруючі матеріали і шлами збираються у відповідні ємності СРВ.

Шлами та ВФМ, накопичені у баках-відстійниках СВО-3 і СВО-7, направляються на установку центрифугування (УЦ), де відбувається їх відділення від рідкої фази з подальшим осушенням.

Установка центрифугування призначена для очищення трапних вод від



суспендованих та колоїдних домішок перед подачею трапних вод на випарювання, а також для відділення шламів та переведення їх у форму, яку можна безпечно транспортувати та зберігати в комірках СТРВ. Режим роботи установки центрифугування - періодичний.

Очищена вода після установки центрифугування направляється в баки трапних вод СВО-3. Ефективність очищення трапних вод на установці центрифугування не менше 90%.

На УЦ ХАЕС, окрім зневоднення шламів, можливо також осушувати відпрацьовані фільтруючі матеріали.

Кінцевий продукт центрифугування, отриманий при зневодненні трапних шламовмісних вод, складається з нерозчинених осадів і є продуктом, який не містить вільної води та має залишкову вологість до 30% вагових. Значення залишкової вологості залежить від фізико-хімічних характеристик середовищ і домішок, що підлягають переробці.

Отриманий зневоднений шлам для зберігання розфасовується у контейнери КТ-0,2 місткістю 0,2 м³.

Час роботи установки центрифугування у звітному році становив 1240 годин, протягом якого було перероблено 18893 м³ трапної води та отримано 18 м³ зневодненого шламу (90 контейнерів).



Вузол розфасування СП

Установка глибокого упарювання УГУ-1-500 призначена для переробки кубових залишків, що утворюються в результаті випарювання трапних вод на установках СВО-3 і СВО-7.

Процес утворення твердого сольового концентрату відбувається за рахунок зв'язування 5÷25% залишкової вільної води розчину в кристалогідрати із утворенням сольового плаву.

Час роботи установки УГУ-1-500 протягом звітного року становив 408 годин, було перероблено 85 м³ кубового залишку та отримано 20,4 м³ сольового плаву (102 контейнери).



Установка спалювання радіоактивного мастила

Відпрацьоване радіоактивне мастило спалюється в установці спалювання (УСМ), яка змонтована у приміщенні блоку майстерень спецкорпусу. Час роботи УСМ у 2024 році становив 67 годин. На УСМ за звітний рік перероблено 0,2 м³ відпрацьованого мастила та отримано 0,002 м³ радіоактивного попелу (2 упаковки).

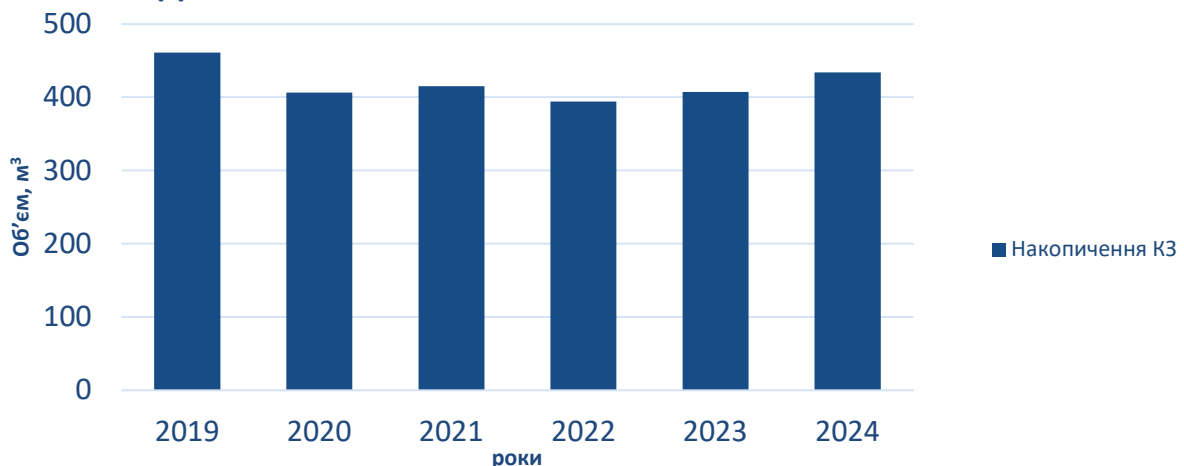
Спектриметричний та фізико-хімічний контроль РАВ, що утворюються та накопичені на ХАЕС, виконується акредитованою лабораторією контролю радіоактивних відходів (ЛКРВ).

Спектриметричний аналіз включає в себе вимірювання ізотопного складу і питомої активності проб РАВ:

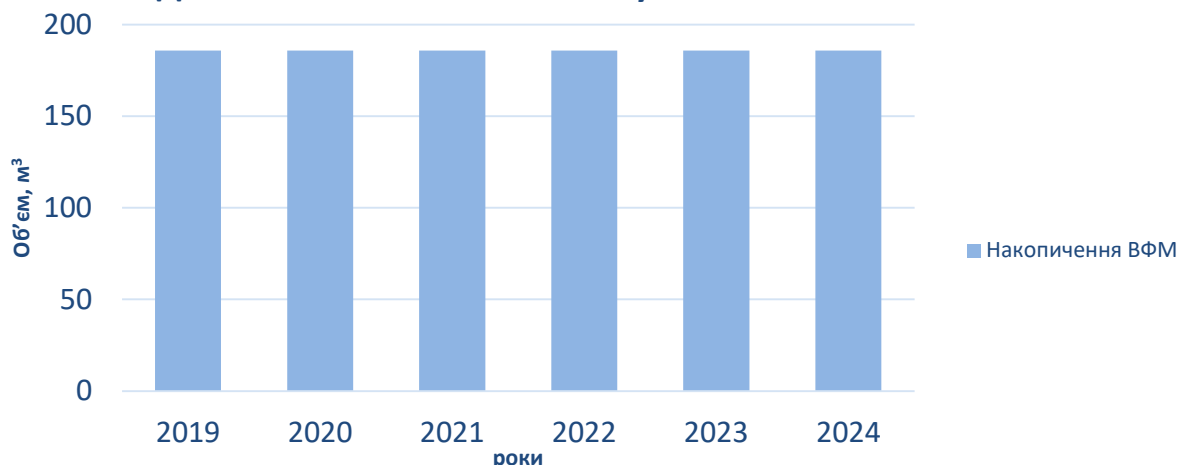
- кубового залишку зі сховищ РРВ;
- сольового плаву після УГУ;
- відпрацьованого мастила;
- зневоднених шламів і відпрацьованих фільтруючих матеріалів після установки центрифугування;
- твердих радіоактивних відходів перед направленням до СТРВ.

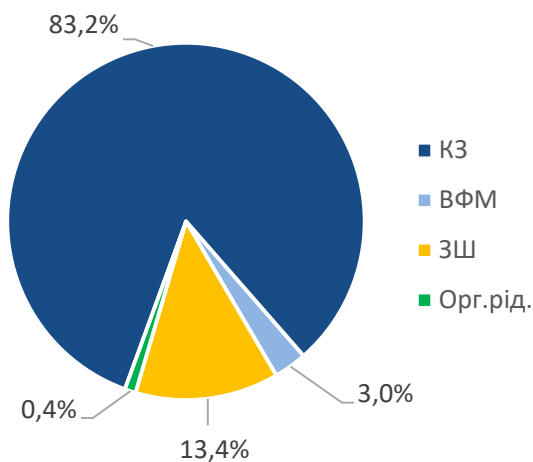


Динаміка накопичення КЗ в СРВ ХАЕС

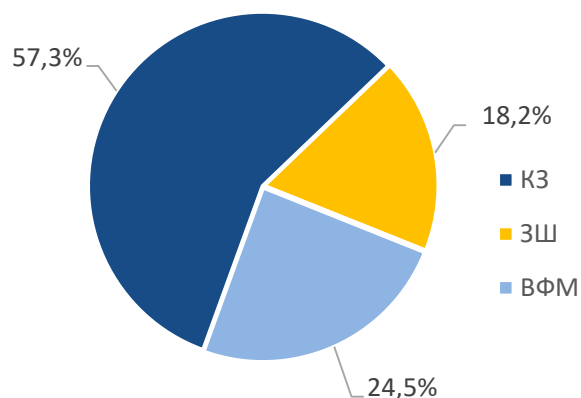


Динаміка накопичення ВФМ у СРВ ХАЕС





Розподіл утворених об'ємів РРВ на ХАЕС



Розподіл накопичених об'ємів РРВ на ХАЕС

На ХАЕС у 2024 році накопичення кубового залишку в ємностях СРВ збільшилось на 26,6 м³ у порівнянні з 2023 роком. Це відбулося у зв'язку з недостатньою кількістю контейнерів для заповнення сольовим плавом. Постачання контейнерів протягом 2023-2024 років відновлювалось поступово.

Заповнення ємностей для зберігання КЗ є найнижчим серед усіх АЕС (станом на кінець звітнього року воно складало 15,2 %). Заповнення комірок сховищ ВФМ складає 92,9%. Це не є надто критичним завдяки тому, що ВФМ на ХАЕС можуть перероблятися на установці центрифугування. Але впровадження технологій іммобілізації відпрацьованих сорбентів та шламів та початок їх переробки є пріоритетним завданням для ХАЕС .

4.4 Поводження з рідкими радіоактивними відходами на ПАЕС

Поводження з трапними водами та РРВ на ПАЕС здійснюється з використанням установок спецводоочищення СВО-3 та СВО-7 у складі фільтрів та випарних апаратів.

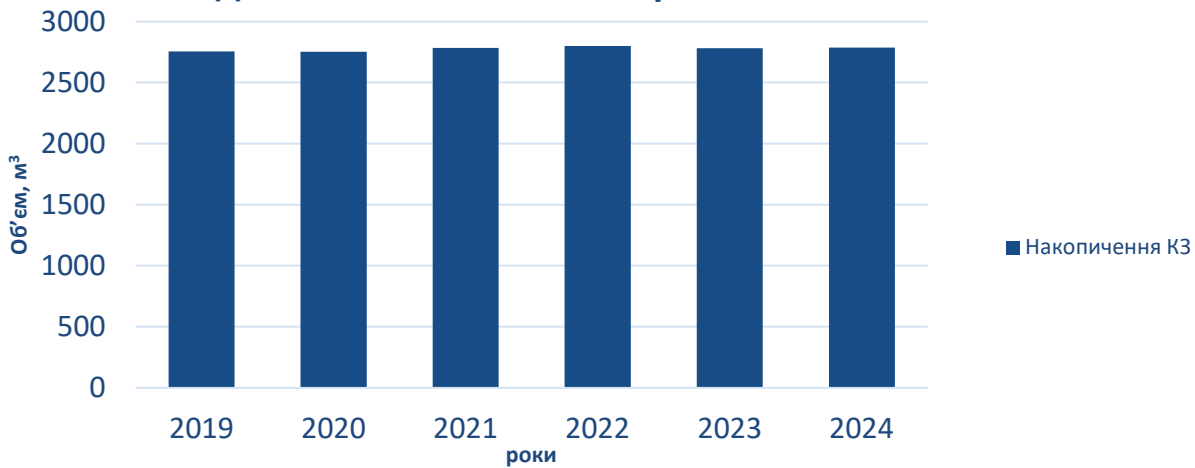
У зв'язку з тим, що на ПАЕС наразі відсутні установки для глибокої переробки КЗ, з метою запобігання переповненню баків СРВ кубовий залишок і декантат з ємностей СРВ повторно випарюють на випарних апаратах СВО та повертають у ємності СРВ.

У результаті в ємностях СРВ відбувається постійне накопичення солей за рахунок їх кристалізації та виділення у тверду фазу з пересичених розчинів. Це приводить до зменшення ефективного об'єму ємностей СРВ.

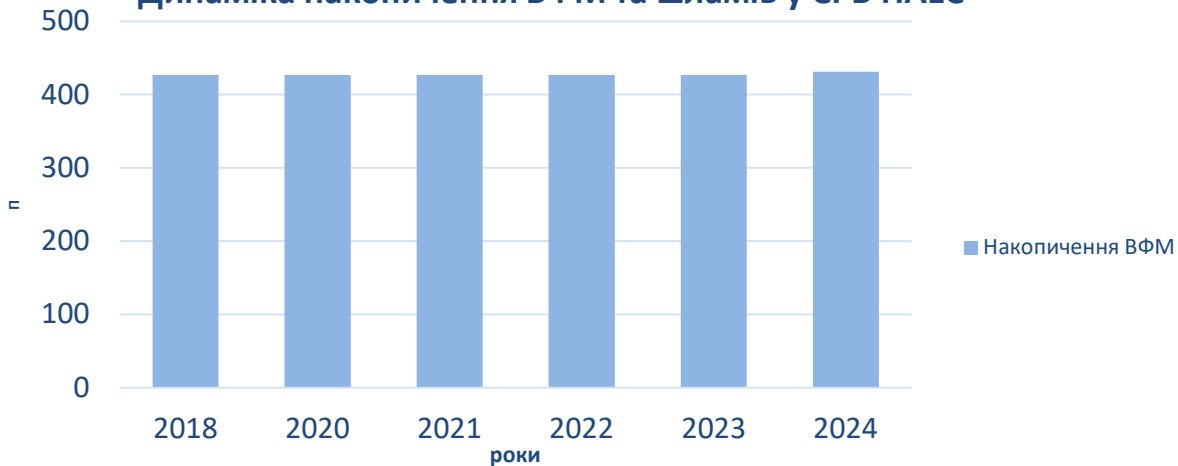
З метою вивільнення ємностей для зберігання КЗ від сольових відкладень періодично здійснюється вилучення з них так званих «сухих солей», які розміщуються у контейнери КТ-0,2 та направляються на зберігання до СТРВ.

На установках спецводоочищення СВО-3,7 у 2024 р. перероблено 8530 м³ трапної води та отримано 97 м³ кубового залишку. Випарні апарати знаходились у роботі протягом 11717 годин.

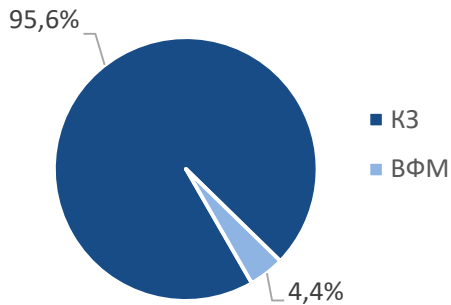
Динаміка накопичення КЗ у СРВ ПАЕС



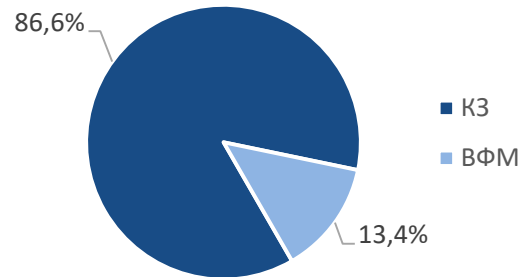
Динаміка накопичення ВФМ та шламів у СРВ ПАЕС



Розподіл об'ємів утворених РРВ у 2024 р. та розподіл накопичених РРВ станом на 31.12.2024 на ПАЕС наведені нижче.



Розподіл утворених об'ємів РРВ на ПАЕС



Розподіл накопичених об'ємів РРВ на ПАЕС

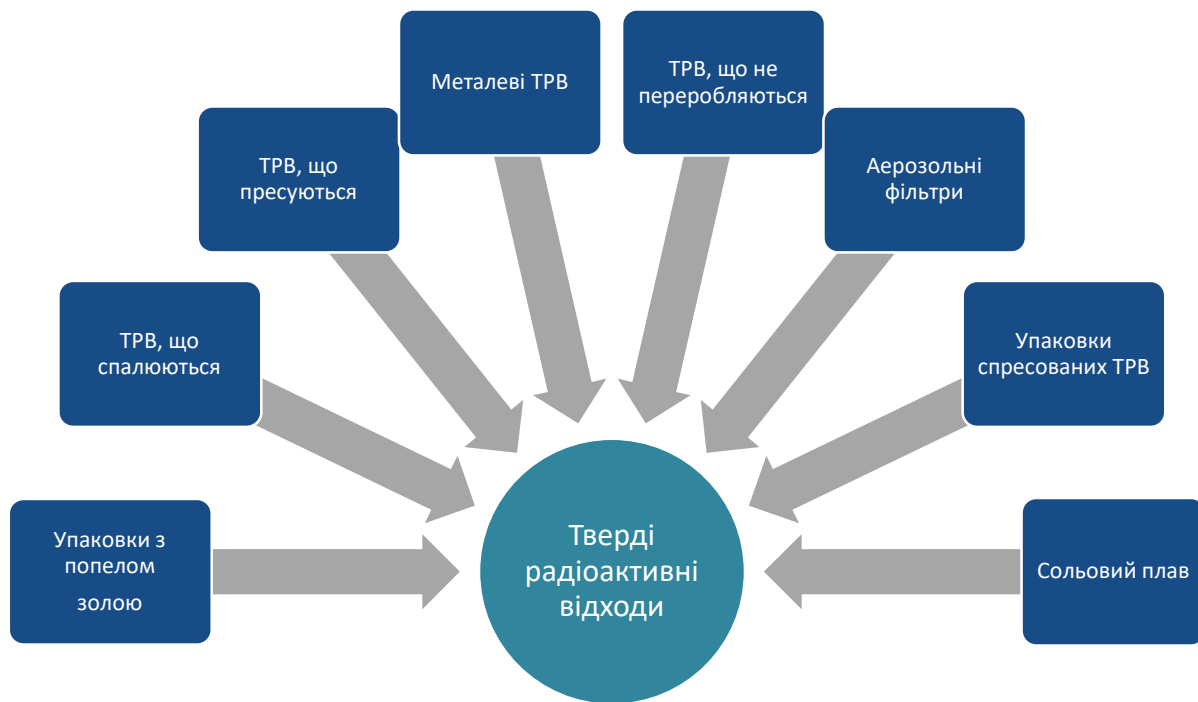
Вільний об'єм у сховищах РРВ ПАЕС є достатнім для продовження безперебійної експлуатації енергоблоків і на кінець 2024 року він становив для ємностей кубового залишку – 26%, а для ємностей ВФМ – 28 %. Однак низка проблемних питань, пов'язаних із застосуванням технології переупарювання кубового залишку та утворенням в ємностях СРВ сольових відкладень, свідчить про те, що впровадження оптимізованої схеми поводження з РРВ для ПАЕС залишається пріоритетною задачею. Актуальним завданням є також впровадження технології переробки ВФМ.

5 ДЖЕРЕЛА УТВОРЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА ТРВ НА АЕС

Основними джерелами утворення ТРВ на АЕС є технічне обслуговування та ремонт обладнання енергоблоків.

При здійсненні технологічного процесу та при проведенні ремонтних робіт радіоактивними стають частини або деталі заміненого устаткування й трубопроводів, інструмент, що застосовувався в роботах, теплоізоляційні матеріали, відпрацьовані фільтри вентиляційних систем реакторного відділення та СК, одяг, протиральне ганчір'я тощо.

Поводження з ТРВ на АЕС включає: збирання відходів у первинну тару на місцях їх утворення; сортування за активністю; транспортування відходів до централізованих місць збору чи переробки; переробку РАВ; транспортування контейнерів із твердими РАВ до сховища ТРВ на спецавтомобілях; приймання відходів та їх вивантаження до секцій сховища; ведення звітності та обліку РАВ.



Розподіл ТРВ за видами

Сольовий плав утворюється у процесі переробки кубового залишку на установках глибокого упарювання. До 2021 року згідно з класифікацією «Основних санітарних правил забезпечення радіаційної безпеки України» (ОСПУ) сольовий плав АЕС був віднесений до РРВ. АТ «НАЕК «Енергоатом» спільно з Держатомрегулювання, Міненерговугілля, ДАЗВ та МОЗ опрацьовувало питання зміни класифікації сольового плаву.

Результатом роботи став наказ МОЗ від 17.12.2020 №2935 «Про внесення змін до Основних санітарних правил забезпечення радіаційної безпеки України», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 25.01.2021 за № 98/35720, згідно з яким з 2021 року сольовий плав АЕС віднесений до ТРВ.

Наразі сольовий плав зберігається у 200-літрових контейнерах КРО-200, які розміщуються у спеціальних відсіках СТРВ, а також у комірках блоку зберігання будівлі переробки РАВ (БЗ БПРВ) на РАЕС і ХАЕС.



5.1 Поводження з твердими радіоактивними відходами на ЗАЕС

У зв'язку з повномасштабною агресією рф проти України та тимчасовою окупацією ЗАЕС склалася ситуація, яка унеможливила надання звітності, передбаченої вимогами ліцензій на експлуатацію енергоблоків ЗАЕС, надання даних для ведення Державного реєстру РАВ та Державного кадастру сховищ РАВ, зокрема об'єктивних даних щодо кількості утворених та накопичених твердих РАВ.

Усі дані щодо роботи установок КПРАВ наведено за 1 півріччя 2022 року. Відомості про стан установок КПРАВ на даний час відсутні.

На Запорізькій АЕС з упровадженням КПРАВ в промислову експлуатацію розпочався новий етап розвитку системи поводження з радіоактивними відходами, яка приведена у відповідність до сучасних вимог - від утворення до глибокої переробки радіоактивних відходів і отримання кінцевого продукту, придатного для передачі на спецпідприємство на довгострокове зберігання/захоронення.



Будівля комплексу з переробки РАВ ЗАЕС до та під час окупації (червоним окреслено місце «прильоту»)

Створений цикл поводження з ТРВ включає такі стадії:

- збір відходів в місцях утворення, попереднє сортування за категоріями активності;
- перевезення ТРВ в централізовані місця збору та в будівлю переробки РАВ;
- попередня обробка (сортування, фрагментація, дезактивація);
- переробка ТРВ (підпресування, спалювання, пресування);
- паспортизація ТРВ в рамках підготовки до довготривалого зберігання/захоронення;
- тимчасове зберігання упаковок з РАВ в СТРВ;

- ведення обліку та представлення звітності щодо кількості та характеристик експлуатаційних РАВ.

КПРАВ став основою технологічної схеми поводження з твердими радіоактивними відходами на ЗАЕС.

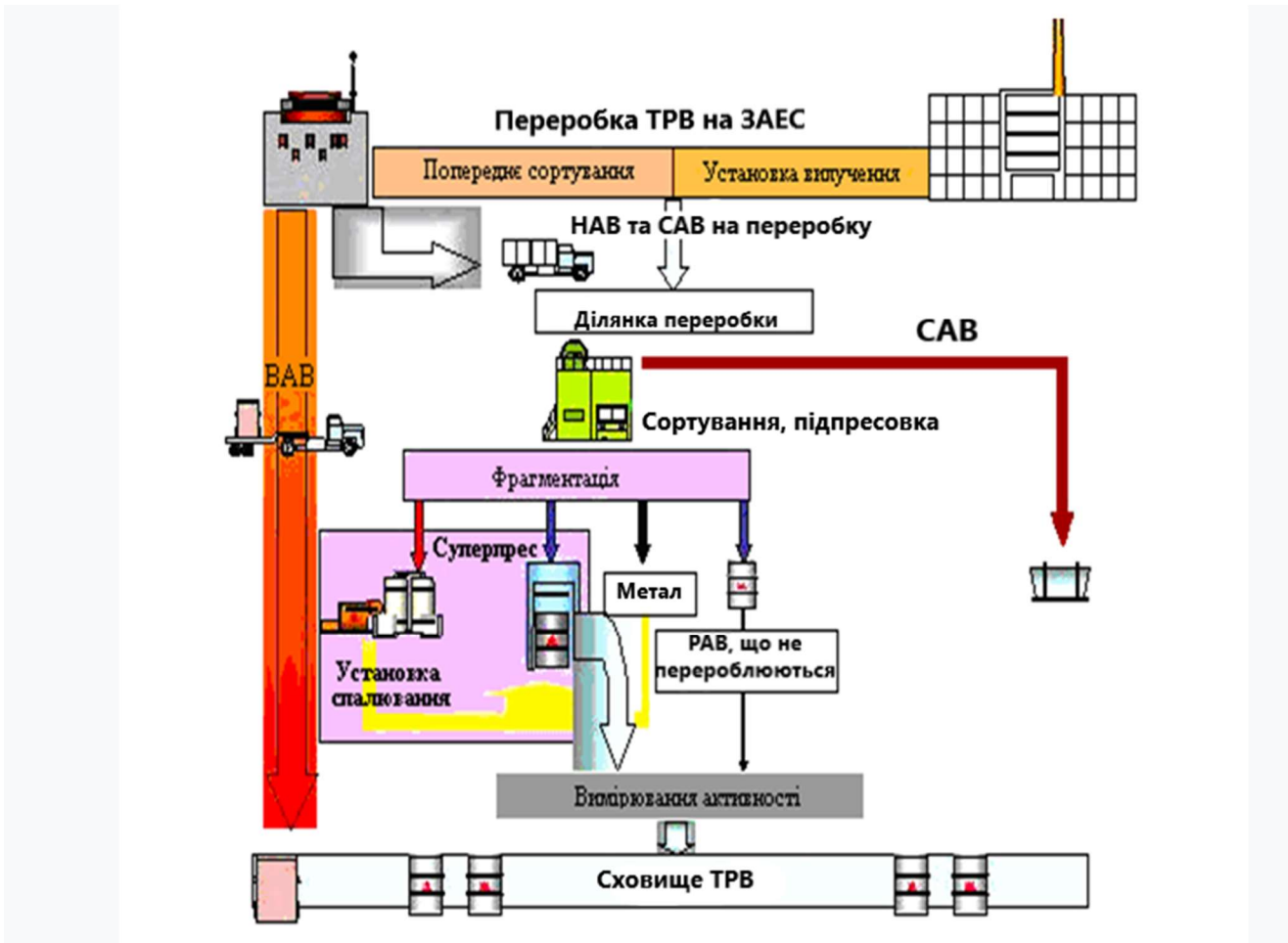


Схема системи поводження з РАВ на ЗАЕС з упровадженням КПРАВ

КПРАВ призначений для переробки як раніше накопичених (історичних), так і щойно утворених експлуатаційних низькоактивних ТРВ, що містять гамма-випромінюючі радіонукліди, з потужністю дози не більше 280 мкГр/год.

Крім переробки ТРВ на установці спалювання КПРАВ можлива переробка РРВ у вигляді забрудненого радіонуклідами або непридатного до подальшого використання мастила.

Склад КПРАВ:

- установка вилучення ТРВ;
- установка фрагментації;
- установка суперпресування ТРВ;
- установка спалювання для переробки органічних твердих і рідких РАВ;
- система моніторингу викидів.

В централізованих місцях збору встановлені контейнери-збірники для низькоактивних та середньоактивних ТРВ, а також для «чистих» відходів.



Перевантаження ТРВ у спецавтомобіль ОТ-20, транспортування до будівлі переробки ТРВ, подальше сортування та переробка виконується персоналом цеху дезактивації (ЦД). Низькоактивні ТРВ, що не переробляються, а також середньоактивні та високоактивні ТРВ передаються на тимчасове зберігання.



Установка вилучення твердих РАВ призначена для вилучення, первинної фрагментації та первинної упаковки низькоактивних і середньоактивних ТРВ, потужність дози від яких не перевищує 0,3 мЗв/год, що знаходяться в комірках сховищ ТРВ ЗАЕС.

Установка сортування ТРВ «СОРТ» призначена для сортування НАВ за фізичними ознаками на відходи, що спалюються, пресуються і такі, що не переробляються, з метою подальшої переробки на установках спалювання та пресування, а також для тимчасового зберігання без переробки. Сортуванню підлягають експлуатаційні відходи, що утворюються в результаті експлуатації та ремонту обладнання енергоблоків і спецкорпусів, а також історичні відходи, що вилучаються з комірок СТРВ.



Установка фрагментації розміщена у приміщенні 3-122 існуючої будівлі СТРВ. Установка призначена для подрібнення великогабаритних ТРВ (максимальним розміром 6х3х3 м) до розмірів, що дозволяють їх подальшу переробку на установках суперпресування та спалювання. Фрагментація ТРВ

здійснюється в ізолюваному робочому кесоні, який обладнаний системою спецвентиляції.

Для фрагментації ТРВ використовується обладнання:

- стрічкова пила (використовується для різання виробів однакового розміру);
- плазмовий різак (використовується для різання металевих виробів - листів, труб, кованих і пресованих деталей з товщиною стінки до 50 мм);
- гідравлічний ручний різак (використовується для різання конструкційної сталі, арматури залізобетону, труб і кабелів);
- гідравлічні ножиці (використовуються для різання сталевих профілів, листового металу, трубопроводів, дерев'яних конструкцій).

Після фрагментації відходи завантажуються в первинну упаковку і транспортуються до місця подальшого зберігання або відповідної переробки.



**Стрічкова пила
(вигляд зовні)**



**Кесон установки фрагментації
(вигляд всередині)**



Установка пресування призначена для зменшення об'єму низькоактивних ТРВ, упакованих у первинну упаковку (поліетиленовий мішок), шляхом їхнього ущільнення за допомогою преса зусиллям 500 кН.

Типовий склад відходів, що пресуються: теплоізоляційні матеріали; металевий брухт товщиною до 3 мм; будівельні матеріали; склобій.

Установка суперпресування призначена для переробки твердих РАВ шляхом їх пресування під тиском до 1500 тонн, продуктивністю 4-6 брикетів/годину, ефективність зменшення об'єму ($\approx 3-4$ рази) залежить від виду ТРВ. Суперпрес забезпечує пресування відходів, попередньо завантажених у 170- і 200-літрові металеві бочки первинної упаковки, в брикети, які потім розміщуються відповідно в 200 і 280-літрові контейнери вторинної упаковки КТРВф-0,2 та КТРВф-0,28.

Установка суперпресування у складі КПРАВ зручніша в експлуатації, універсальна (працює з різними типами контейнерів), побудована з використанням сучасних вимог до безпеки, а її технічні характеристики перевершують аналогічні характеристики існуючої установки.



Установка спалювання призначена для переробки твердих і рідких РАВ шляхом їх термічного спалювання. Продуктивність установки становить 42 кг/год, ефективність зменшення об'єму - у 20 разів для ТРВ та у 50 разів для РРВ.



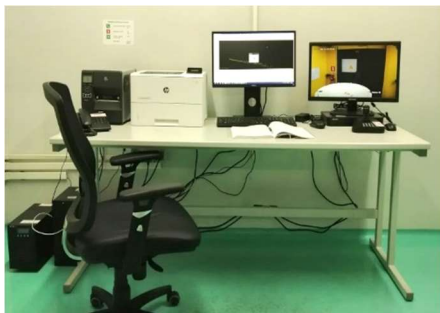
Робоча зона установки спалювання починається з пункту приймання 280-літрових бочок з горючими ТРВ в первинній упаковці і закінчується пунктом отримання 170-літрових бочок, заповнених золою на вузлах видалення зольного залишку.

В існуючій будівлі переробки ТРВ здійснюється сортування ТРВ за видами переробки, після чого поліетиленові мішки з горючими відходами укладаються в 280-літрову металеву бочку, яка електронавантажувачем транспортується по технологічній естакаді в будівлю КПРАВ для проміжного накопичувального зберігання і переробки на установці спалювання.

У рамках удосконалення системи поводження з РАВ на Запорізькій АЕС введена в експлуатацію **установка вимірювання активності та радіонуклідного складу РАВ (паспортизатор)**.



Установка призначена для визначення радіаційних характеристик РАВ, інформаційного забезпечення роботи з контейнерами та формування супровідної документації для підготовки РАВ до відправки на захоронення.



Результати вимірювання для формування паспорта на упаковку зберігаються в електронній базі даних РАВ, ідентифікатор – заводський та порядковий номер контейнера.

Система моніторингу викидів призначена для безперервного і періодичного контролю радіаційних та хімічних параметрів димових газів, що викидаються в навколишнє середовище через вентиляційну трубу спецкорпусу № 1 в процесі експлуатації установки спалювання. Система моніторингу викидів, за призначенням та виконанням функцій поділяється на:



- систему радіаційного моніторингу, яка забезпечує безперервний і періодичний контроль активності радіоактивних аерозолів, що містяться в димових газах установки спалювання;

- систему хімічного моніторингу, яка забезпечує вимірювання концентрації шкідливих хімічних речовин, що містяться в димових газах установки спалювання.

Удосконалення дільниці дезактивації

Установка ультразвукової дезактивації введена в промислову експлуатацію на Запорізькій АЕС наприкінці 2020 року.

Нове обладнання застосовується для дезактивації різної арматури, двигунів, трубопроводів. Весь процес повністю автоматизований та безпечний.



Завдяки проникаючим властивостям ультразвуку можна дезактивувати устаткування зі складною конфігурацією. Це в разі збільшує коефіцієнт дезактивації, економить час та мінімізує вплив іонізуючого випромінювання на персонал.

Зберігання ТРВ на ЗАЕС

ТРВ на ЗАЕС зберігаються у сховищах при СК-1 і СК-2 у комірках, що уявляють собою залізобетонні ємності глибиною від 5 до 18 метрів, облицьовані



зсередини корозійностійкою сталлю. У перекритті кожної ємності є люки для завантаження ТРВ, що закриваються залізобетонними кришками. Для запобігання потрапляння атмосферних опадів зверху люки для завантаження закриваються фальш-кришками.

Комірки сховища ТРВ СК-1

Блок зберігання входить до складу будівлі СТРВ і являє собою двоповерхову будівлю, нижня частина якої, що розділена до позначки +9.000 на окремі комірки залізобетонними перегородками, служить для тимчасового зберігання РАВ, як в контейнерах, так і навалом. БЗ призначений для зберігання РАВ усіх категорій активності.

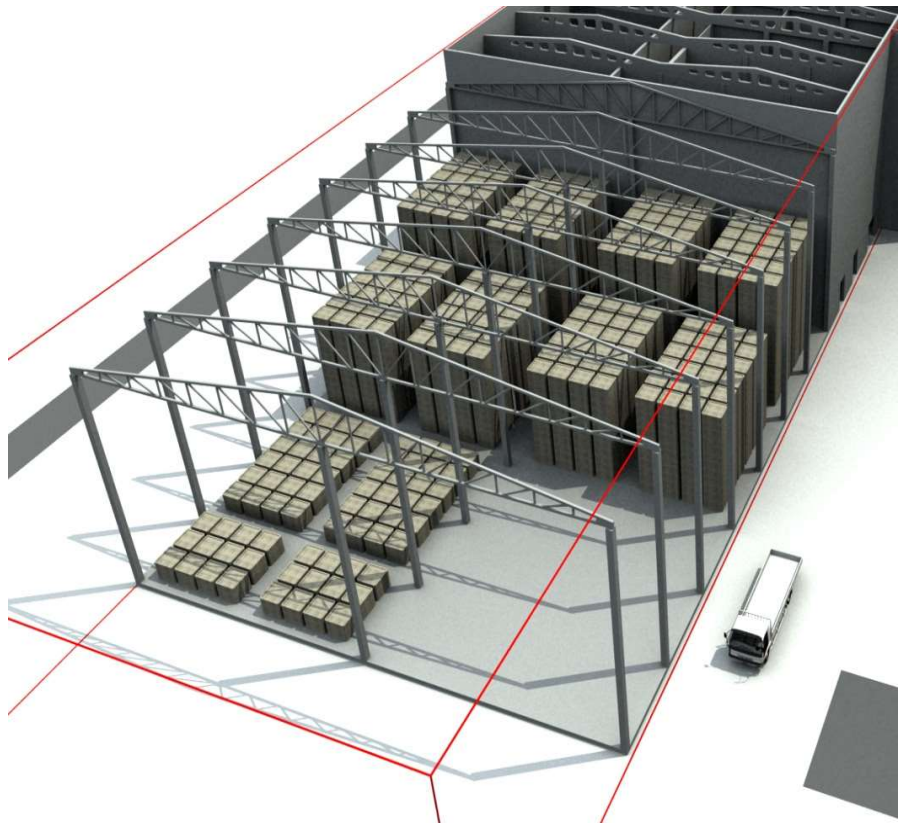


СТРВ при будівлі переробки РАВ введено в експлуатацію в 1986 році, має 33 ємності та призначене для зберігання ТРВ всіх категорій, як «навалом», так і в контейнерах, у тому числі із сольовим плавом.

З метою удосконалення системи тимчасового зберігання радіоактивних відходів на Запорізькій АЕС розпочато будівництво сховища легкого типу з корисним об'ємом 20000 м³, призначеного для забезпечення контрольованого зберігання кондиціонованих РАВ у залізобетонних захисних контейнерах в умовах, що запобігають впливу на них атмосферних явищ.

У сховищі легкого типу розміщуватимуть РАВ у залізобетонних контейнерах, кожний з яких вміщуватиме чотири контейнери - «бочки» з відходами.

Відповідно до проекту, сховище легкого типу розраховане на 1300 залізобетонних контейнерів. Враховуючи, що в кожному з них буде по чотири «бочки», у загальній кількості сховище зможе одночасно розмістити 5200 контейнерів з РАВ.



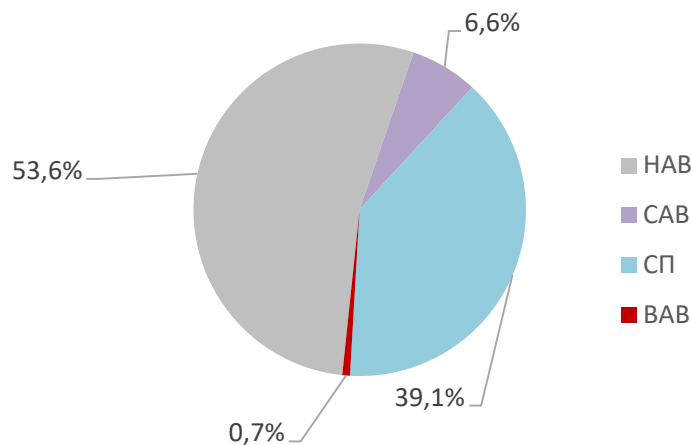
Майданчик для сховища легкого типу розташований безпосередньо біля комплексу з переробки РАВ.

Згідно з проектом передбачено вантажопідійомний кран, який розташовуватиме залізобетонні контейнери за затвердженим планом згідно з експлуатаційною документацією. Згодом, відповідно черзі, планувалось вивезення контейнерів з майданчику Запорізької АЕС на довгострокове зберігання/захоронення.

У 1 півріччі 2022 року був погоджений в Компанії графік виконання робіт, на об'єкті виконувались будівельно-монтажні роботи. У зв'язку з тимчасовою окупацією ЗАЕС роботи призупинено.

Найбільша кількість НАВ до повномасштабної агресії рф проти України та тимчасової окупації міста Енергодар і Запорізької АЕС перероблялась саме на ЗАЕС завдяки використанню установок спалювання ТРВ та РРВ та суперпресування ТРВ. У обставинах, що склалися, у I півріччі 2022 року на ЗАЕС перероблено значно менше відходів, ніж у попередні роки. Відомості щодо переробки РАВ на установках КПРАВ ЗАЕС у II півріччі 2022 року відсутні. Дані щодо кількості накопичених ТРВ на ЗАЕС наведено станом за 1 півріччя 2022 року.





Розподіл об'ємів накопичених ТРВ на ЗАЕС

Заповнення існуючих сховищ ТРВ є досить високим. Вільні об'єми для зберігання РАВ на 30.06.2022 становили:

- НАВ – 20,3 %;
- САВ – 29,7 %;
- ВАВ – 77,3 %.

Заповнення сховищ сольовим плавом на 30.06.2022 склало 93,45%. Для вирішення проблеми дефіциту вільних об'ємів для тимчасового зберігання сольового плаву у ВП ЗАЕС, у попередні періоди проводилось звільнення ємностей СТРВ при будівлі з переробки РАВ від раніше накопичених ТРВ, та їх переробка на установках пресування та спалювання. Звільнені об'єми сховища планувалося використовувати для зберігання контейнерів з сольовим плавом.

З урахуванням стабільної експлуатації КПРАВ та виконання заходів, передбачених КП, вільних об'ємів для зберігання ТРВ на ЗАЕС має бути достатньо

для подальшої експлуатації енергоблоків. Остаточні висновки можуть бути зроблені тільки після деокупації ЗАЕС, повного обстеження приміщень та обладнання, проведення інвентаризації РАВ та сховищ для їх зберігання тощо.

5.2 Поводження з твердими радіоактивними відходами на РАЕС

На Рівненській АЕС з упровадженням КПРАВ в промислову експлуатацію розпочався новий етап розвитку системи поводження з радіоактивними відходами, яка приведена у відповідність до сучасних вимог - від утворення до глибокої переробки радіоактивних відходів і отримання кінцевого продукту, придатного для передачі на спецпідприємства.

Введення в експлуатацію КПРАВ дозволило розпочати на РАЕС переробку ТРВ з метою переведення їх у форму, придатну для передачі на довготривале зберігання або захоронення.

Основними завданнями КПРАВ є:

- зменшення обсягу накопичених РАВ та РАВ, які виникають в процесі експлуатації АЕС;
- кондиціонування ТРВ для забезпечення безпечного тимчасового і довгострокового зберігання.



Будівля КПРАВ РАЕС

До складу КПРАВ входять такі основні установки:

- установка вилучення відходів;
- установки фрагментації та сортування;
- установка суперпресування;
- система вимірювання активності;
- установка дезактивації;
- установка цементування;
- установка очищення оливи.

З упровадженням КПРАВ на РАЕС створений повний цикл поводження із ТРВ, що включає:

- збір відходів у поліетиленові мішки в місцях їх утворення;
- первинне сортування відходів;
- транспортування ТРВ на КПРАВ;
- приймання партії ТРВ на КПРАВ;
- фрагментацію та сортування ТРВ в залежності від виду подальшої переробки;
- переробку ТРВ на установках переробки (суперпресування, цементування, дезактивації металу);
- іммобілізацію ТРВ;
- вимірювання активності упаковки ТРВ;
- переміщення ТРВ на зберігання до СТРВ КПРАВ;
- ведення обліку РАВ та надання звітності.

Характеристики ТРВ, що надходять на переробку на КПРАВ:

- потужність дози гамма-випромінювання на відстані 10 см ≤ 280 мкГр/год;
- вміст альфа-випромінювачів $\leq 0,1$ кБк/кг;
- поверхневе забруднення бета-випромінювачами ≤ 267 Бк/см²;
- маса фрагментів ≤ 250 кг;
- довжина фрагментів – до 3 м.

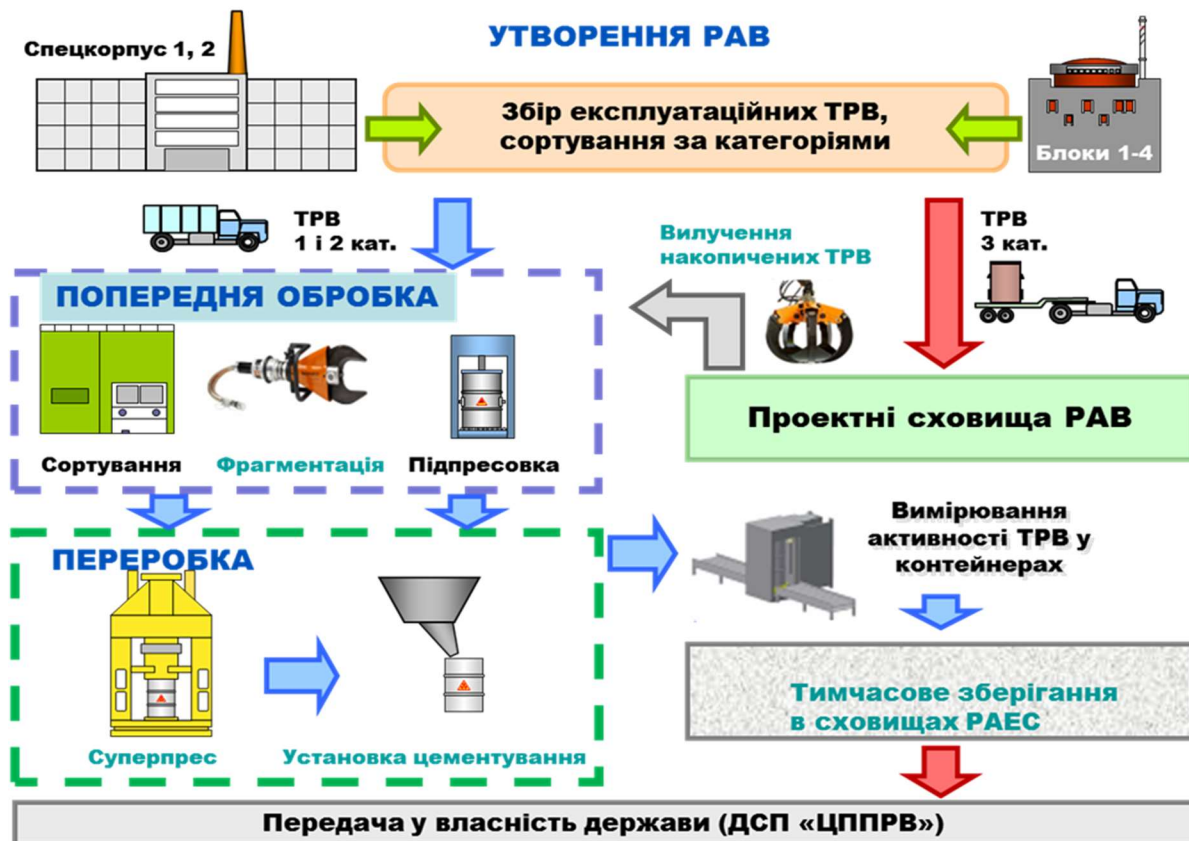
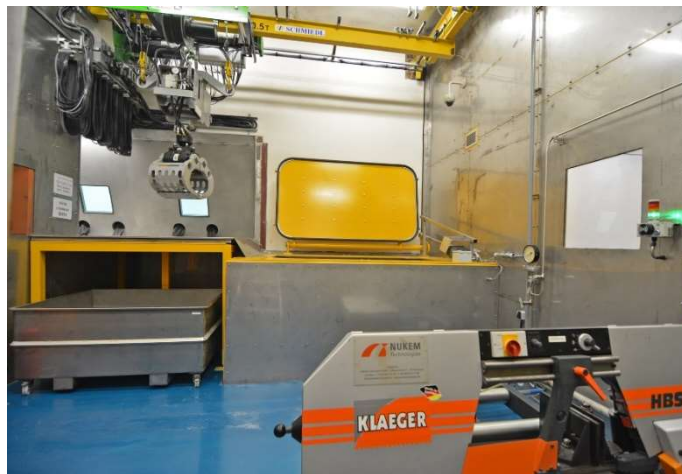


Схема системи поводження з РАВ на РАЕС з упровадженням КПРАВ

Установка вилучення ТРВ зі сховищ являє собою мобільну сталеву конструкцію, обладнану системою відеонагляду та вікнами для спостереження за процесами, що виконуються. Всередині конструкції є обладнання, пристрої, інструменти для вилучення і поводження з низькоактивними та середньоактивними ТРВ (зокрема підйомний кран для вилучення ТРВ з комірок сховищ та їх завантаження в спеціальні контейнери для транспортування та зберігання РАВ).



Пульт управління та оператор знаходяться зовні конструкції. Обладнання для відеонагляду забезпечує контроль за процесом вилучення ТРВ у всіх секторах комірки СТРВ та у всьому боксі і дозволяє дистанційно виконувати необхідні роботи.

Установка сортування та фрагментації призначена для сортування ТРВ за фізико-хімічними властивостями в залежності від виду їх подальшої переробки, фрагментації та сушки вологих ТРВ. За необхідності виконується їх підпресування. Продуктивність установки становить не менше 4,5 м³ за зміну.



Установка суперпресування призначена для зменшення об'єму ТРВ шляхом стиснення. Зусилля пресування складає 1500 т, коефіцієнт зменшення об'єму - від 3 до 5 залежно від морфологічного складу ТРВ.

Установка забезпечує переробку первинних упаковок місткістю

170 дм³, заповнених ТРВ. Спресовані на установці ТРВ у вигляді брикетів вміщуються у контейнер КТРВф-0,2, пустоти між стінками контейнера та брикетами заповнюються цементним розчином.





Установка вимірювання активності призначена для контролю активності спрямованих на зберігання ТРВ (паспортизація РАВ) та обліку їх кількості.

Контейнер з ТРВ встановлюється на роликовий конвеєр в місці завантаження, після чого оператор запускає процес вимірювання, який далі відбувається автоматично.

Контейнер переміщається на поворотний стіл, який забезпечує його обертання під час вимірювання з постійною швидкістю 1 об/хв.

Установка дезактивації металу (УДМ) призначена для дезактивації радіоактивно забрудненого металу до нормативних значень, що дозволяють передавати металеві фрагменти для вторинної переробки. Продуктивність УДМ - не менше 200 т/рік (800 кг/добу при роботі в одну зміну).



Установка дезактивації металу

Установка очищення оливи призначена для регенерації накопиченої відпрацьованої оливи від усіх енергоблоків РАЕС шляхом очищення від механічних домішок і зневоднення.

Процес регенерації оливи проходить в автоматизованому режимі під дистанційним наглядом оператора з використанням системи відеоспостереження. Продуктивність установки складає 40 м³/год.



Установка цементування призначена для включення РАВ у цементну матрицю, що забезпечується за допомогою заповнення контейнера з РАВ цементним розчином та рівномірним розподілом цементного розчину по висоті контейнера.



Установка цементування передбачає використання існуючих технологій приготування цементного розчину з використанням добавок для поліпшення його характеристик. Процес цементування відбувається в автоматизованому режимі під наглядом оператора (дистанційно) з використанням системи спостереження.

Для можливості надання персоналу оперативної інформації про хід технологічного процесу на установках КПРАВ, про стан обладнання, а також надання оперативної інформації для забезпечення прийняття рішень з оптимального управління технологічним обладнанням КПРАВ обладнаний програмно-технічним комплексом верхнього рівня.

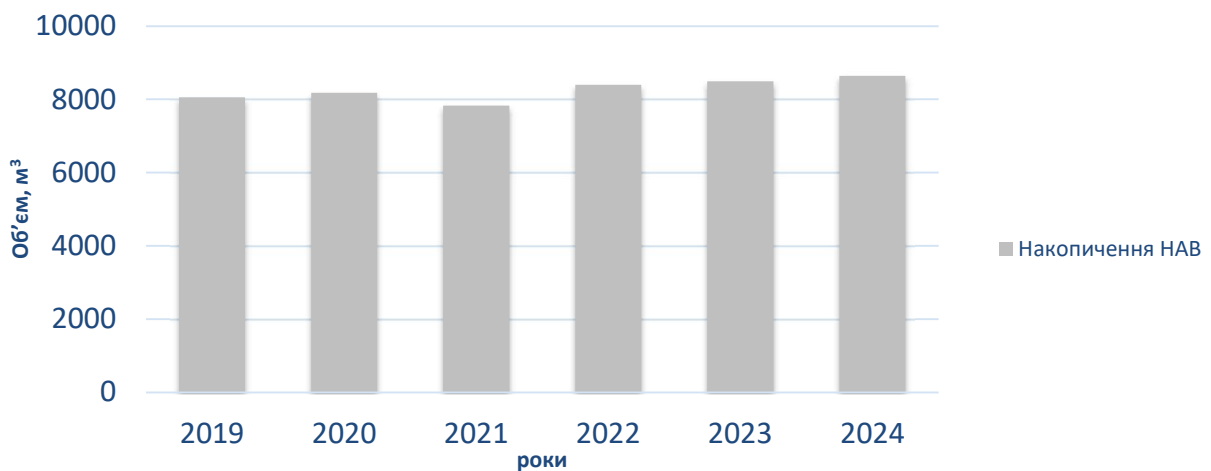
Програмно-технічний комплекс дозволяє отримувати інформацію, необхідну для контролю і координації переробки радіоактивних відходів між технологічними установками та системами КПРАВ.

Об'єм утворених ТРВ, що направлені на КПРАВ у звітному періоді складає 112,93 м³. В результаті переробки ТРВ на КПРАВ були отримані упаковки з ТРВ в кількості 100 шт. об'ємом 21 м³ продуктів переробки (загальний коефіцієнт зменшення об'єму становить 5,38).

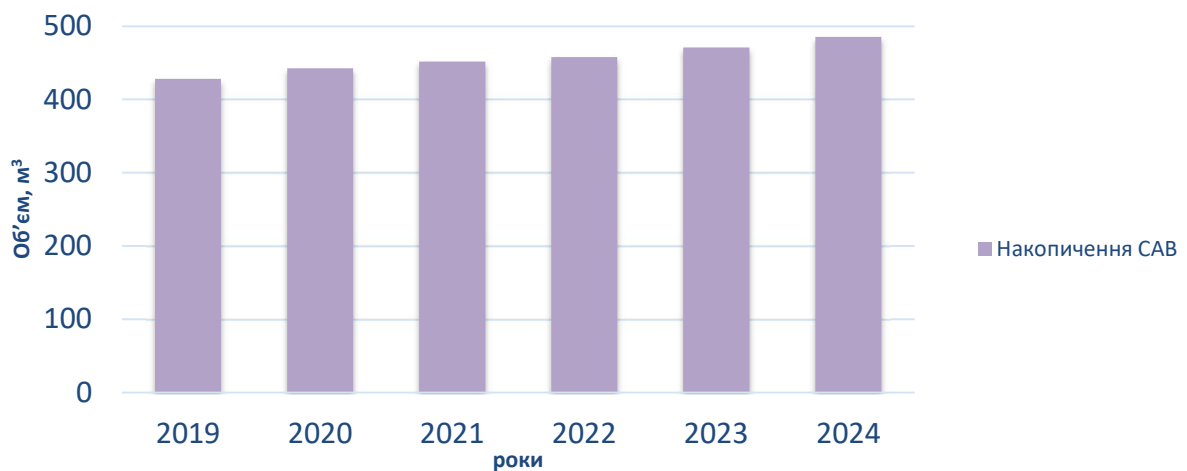
Установки переробки ТРВ КПРАВ РАЕС у 2024 році знаходились в роботі протягом 1886 годин (кожна).

Установка вимірювання активності також знаходилась в експлуатації 1886 годин.

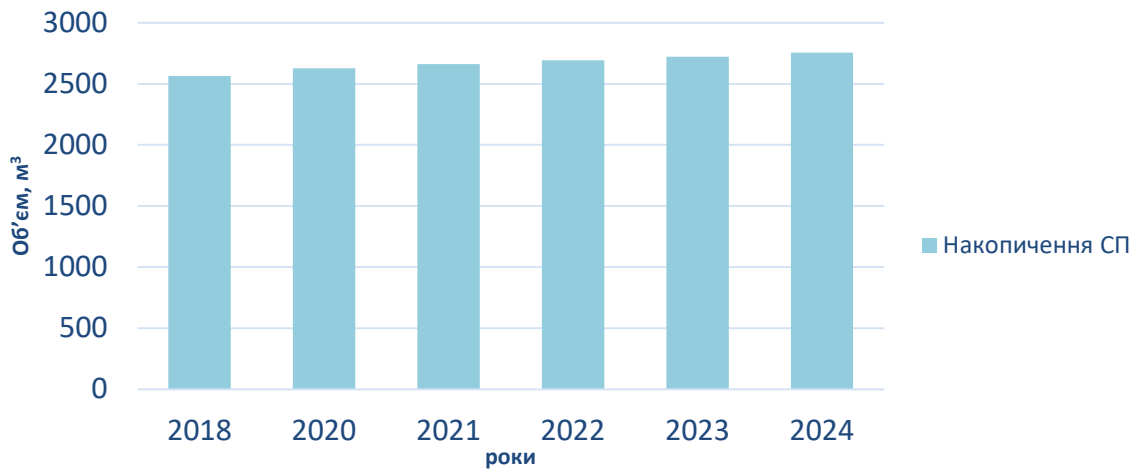
Динаміка накопичення низькоактивних ТРВ у сховищах РАЕС



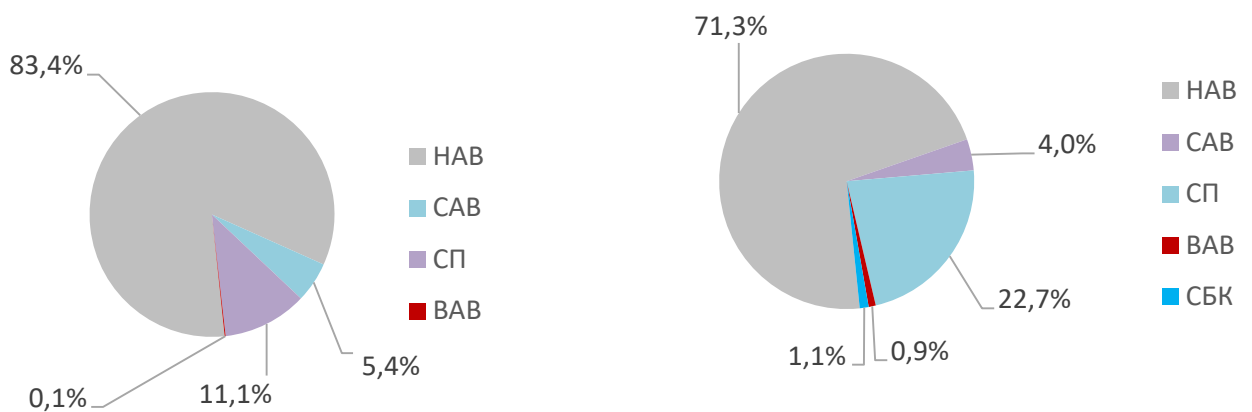
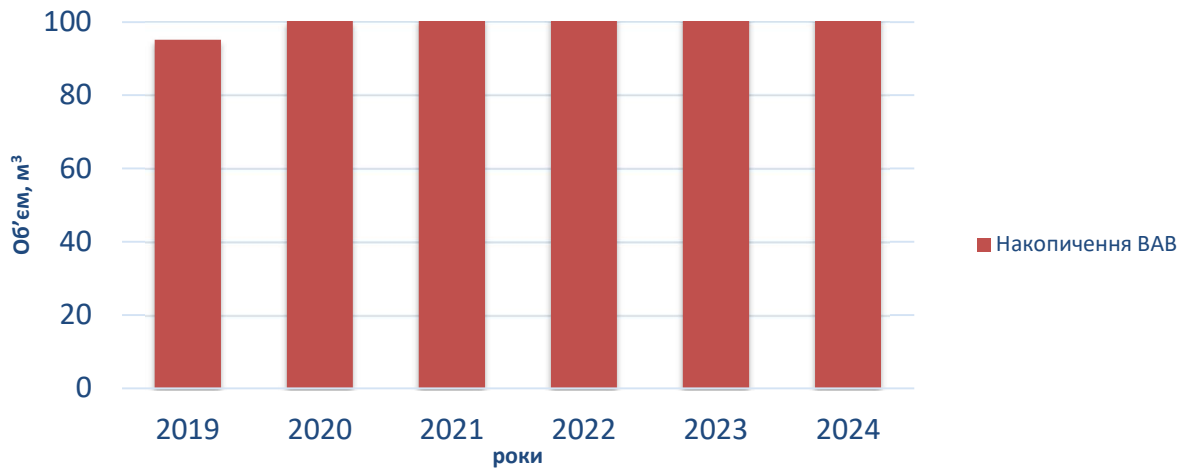
Динаміка накопичення середньоактивних ТРВ у сховищах РАЕС



Динаміка накопичення СП у сховищах РАЕС



Динаміка накопичення високоактивних ТРВ у сховищах РАЕС



Розподіл утворених об'ємів ТРВ на РАЕС

Розподіл накопичених об'ємів ТРВ на РАЕС

Заповнення сховищ на кінець звітної періоду за категоріями активності РАВ становить:

- НАВ – 71,2 %;
- САВ – 62,9 % (з урахуванням сольового плаву);
- ВАВ – 12,4 %.

Враховуючи стабільну промислову експлуатацію КПРАВ, вільних обсягів сховищ для тимчасового зберігання ТРВ буде достатньо на весь період роботи енергоблоків РАЕС з урахуванням продовження терміну їх експлуатації.

Завдяки використанню установки цементування, КПРАВ РАЕС має можливість отримувати кінцевий продукт переробки, повністю придатний для передачі на спецпідприємство на довгострокове зберігання / захоронення.

5.3. Поводження з твердими радіоактивними відходами на ХАЕС

За своїм призначенням система поводження з ТРВ розділена на дві взаємопов'язані функціональні підсистеми:

- збору та поводження з ТРВ (індивідуальна для кожного енергоблоку);
- зберігання ТРВ (загальна для всієї АЕС).

Збір ТРВ здійснюється в місцях виконання робіт. Постійні місця централізованого збору ТРВ знаходяться в:

- реакторних відділеннях енергоблоків № 1 і 2 (транспортний коридор і машинне відділення приводу гермоворіт);
- блоці майстерень СК (транспортний коридор);
- блоці СВО СК (коридор).



Схема поводження з ТРВ на ХАЕС

Збір ТРВ проводиться за процедурою, аналогічною для кожного енергоблоку та складається з таких етапів:

- збір відходів в первинну тару (поліетиленові мішки) на місцях їхнього утворення;
- попереднє сортування за категоріями активності;
- транспортування відходів до централізованих місць збору;
- зважування ТРВ;
- упакування мішків з ТРВ в транспортні контейнери;
- транспортування контейнерів з ТРВ до СТРВ на спецавтомобілі.



Спецавтомобіль ОТ-20 для транспортування ТРВ

Всі роботи з приймання, транспортування і передачі на зберігання ТРВ, проводяться виключно за дозиметричним нарядом.

Для тимчасового зберігання ТРВ на території проммайданчика ХАЕС передбачені:

- сховище твердих радіоактивних відходів спецкорпусу;
- блок зберігання сховища твердих радіоактивних відходів.

Зберігання ТРВ здійснюється за такою схемою:

- приймання відходів у СТРВ;
- контроль ваги, ізотопного складу і активності ТРВ (у контейнері);
- класифікація ТРВ за категорією (за критеріями активності), реєстрація їх параметрів;
- розвантаження відходів в комірку СТРВ;
- ведення обліку РАВ та виконання звітності.

СТРВ СК розраховане для зберігання всіх категорій ТРВ. Введення в експлуатацію СТРВ СК було здійснено з енергоблоком №1.

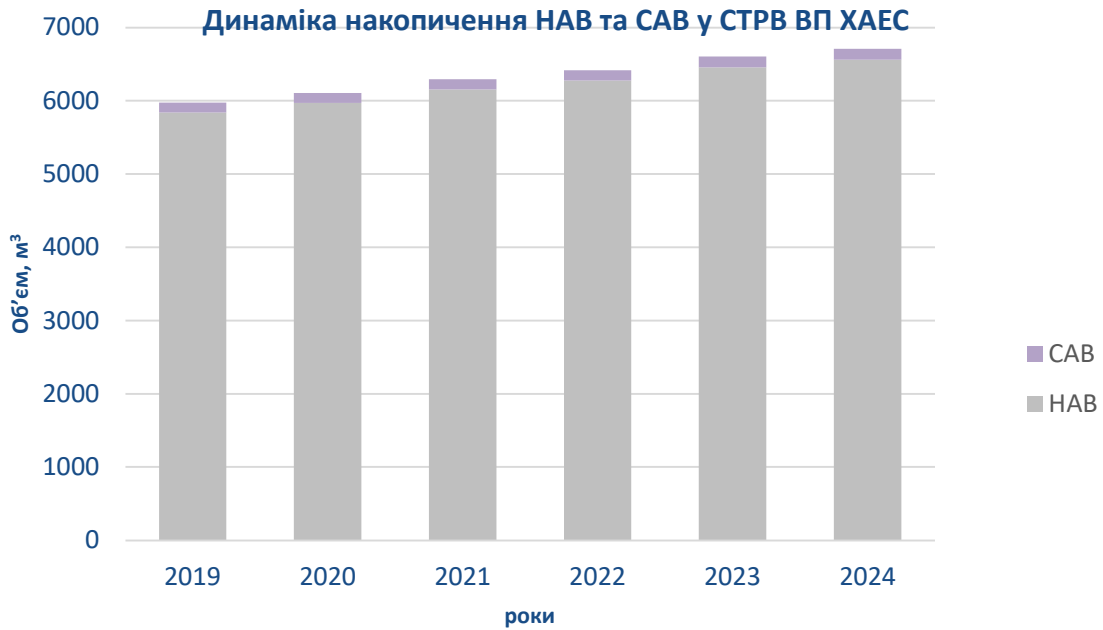
У зв'язку із заповненням комірок, призначених для низькоактивних ТРВ, наразі частина низькоактивних відходів зберігається в комірках, які за проектом планувалися для зберігання бітумного компаунда (середньоактивних ТРВ). Установка бітумування не була введена в дію, тому ці комірки перепризначені для зберігання НАВ.



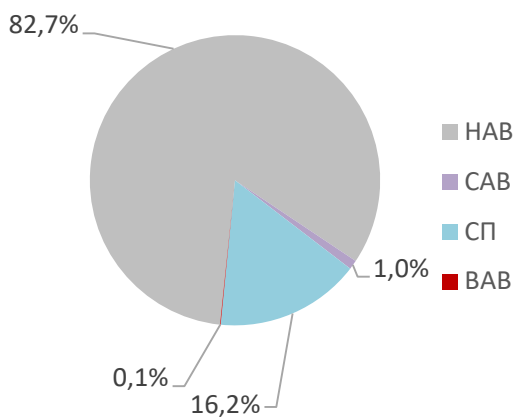
Зберігання твердих радіоактивних відходів

Блок зберігання ТРВ, що входить разом з блоком переробки до складу будівлі СТРВ, являє собою двоповерхову споруду, нижня частина якої до позначки 9,000 м розділена на окремі комірки залізобетонними перегородками. Комірки призначаються для тимчасового зберігання контейнерів з РАВ. Передбачається, що низькоактивні ТРВ, вилучені з комірок СТРВ, після сортування та переробки будуть завантажуватися в контейнери та направлятися в комірки блоку зберігання СТРВ.

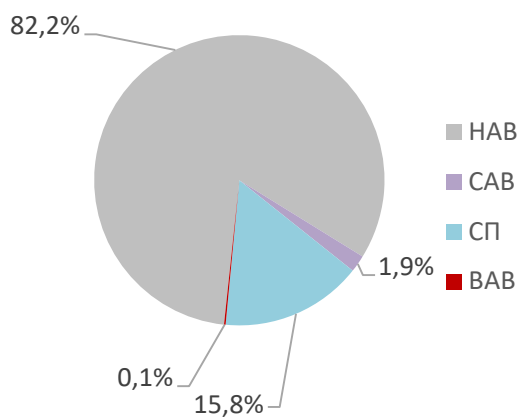
Накопичення ТРВ у сховищах ХАЕС зростає рівномірно і є найнижчим серед АЕС. Існує постійна тенденція до збільшення обсягів накопичених ТРВ у зв'язку з відсутністю установок переробки ТРВ.



Заповнення сховищ для зберігання НАВ та САВ є досить високим та на кінець 2024 року складає відповідно 83,3% та 41,7%. У зв'язку з заповненням комірок СТРВ СК у попередні роки було прийнято технічне рішення про виділення 3-х відсіків комірки 101/8 блоку зберігання СТРВ для завантаження низькоактивних ТРВ, що дозволило забезпечити необхідну кількість вільних об'ємів для зберігання НАВ та САВ на найближчі роки. Наразі вільний об'єм комірок СТРВ СК для низькоактивних ТРВ становить 16,7 %, для САВ – 58,3%, для ВАВ - 96,7 %.



Розподіл об'ємів утворених ТРВ на ХАЕС



Розподіл об'ємів накопичених ТРВ на ХАЕС

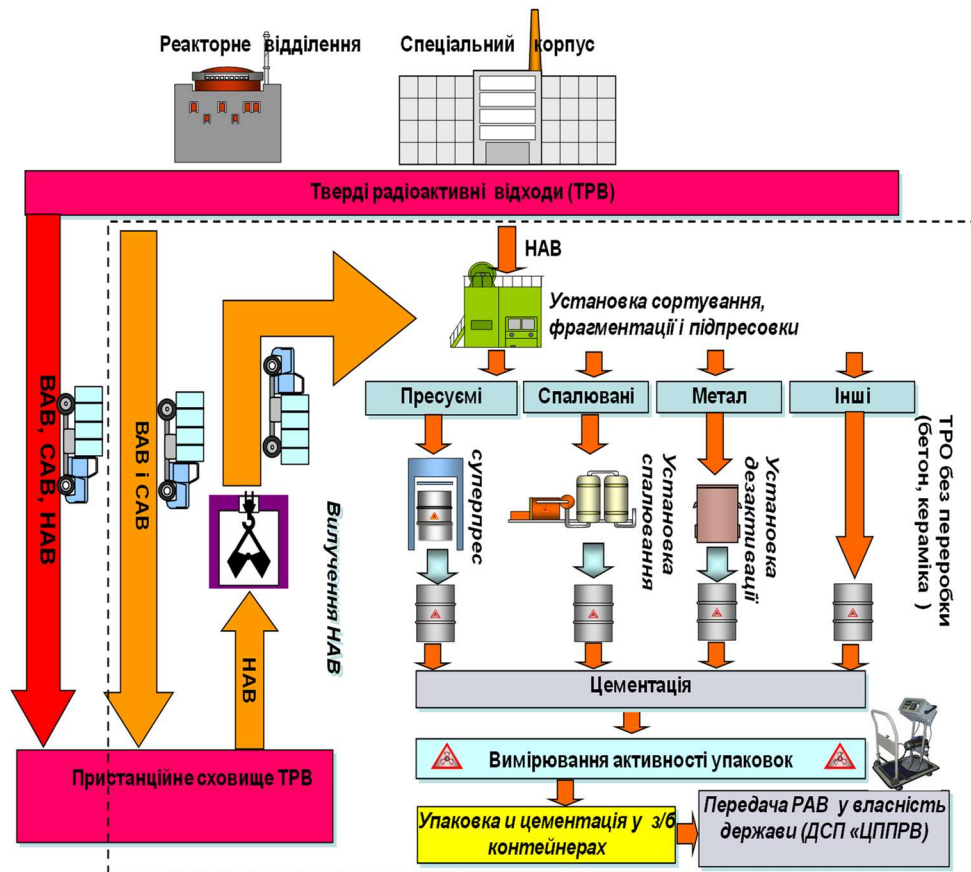
За результатами проведеного аналізу темпи надходження ТРВ до сховищ ХАЕС є такими, що за умови впровадження КПРАВ, вільних об'ємів для зберігання ТРВ буде достатньо протягом всього терміну експлуатації енергоблоків з урахуванням його продовження.

Перспективи розвитку системи поводження з РАВ на ХАЕС

Основним завданням модернізації системи поводження з РАВ на ХАЕС є створення КПРАВ.

Введення в експлуатацію технологічних ліній КПРАВ дозволить:

- виконувати сортування та фрагментацію ТРВ;
- переробляти ТРВ, які утворюються при експлуатації енергоблоків;
- розпочати переробку накопичених ТРВ;
- кондиціонувати ТРВ до стану, що відповідає критеріям приймання (або прийнятності) для передачі на захоронення;
- організувати впорядковане зберігання ТРВ.



Перспективна схема системи поводження з ТРВ на ХАЕС

У складі КПРАВ передбачається введення в експлуатацію установок, що розташовуватимуться у блоці переробки СТРВ:

- сортування і фрагментації відходів;
- спалювання на органічному паливі;
- пресування (суперкомпактор);
- вимірювання активності;
- вилучення відходів;
- цементування;
- дезактивації металу і обладнання.

Установка вилучення ТРВ розташовуватиметься у СТРВ СК, установки цементування та дезактивації металу – у блоці переробки СТРВ.

Проект будівництва КПРАВ на ХАЕС затверджено розпорядженням КМУ. Продовжується виконання основних будівельно-монтажних робіт на КПРАВ, встановлено на проектне місце установку суперпресування та гідравлічний агрегат, виконано монтаж установки вилучення, поставлено та проведено вхідний контроль вентиляційного обладнання тощо.

5.4 Поводження з твердими радіоактивними відходами на ПАЕС

Збір, сортування відповідно до категорій активності та транспортування ТРВ до централізованих місць збирання відходів на ПАЕС здійснюється підрозділами - виробниками відходів. Транспортування, приймання та завантаження ТРВ у комірки СТРВ СК здійснюється персоналом цеху переробки радіоактивних відходів.

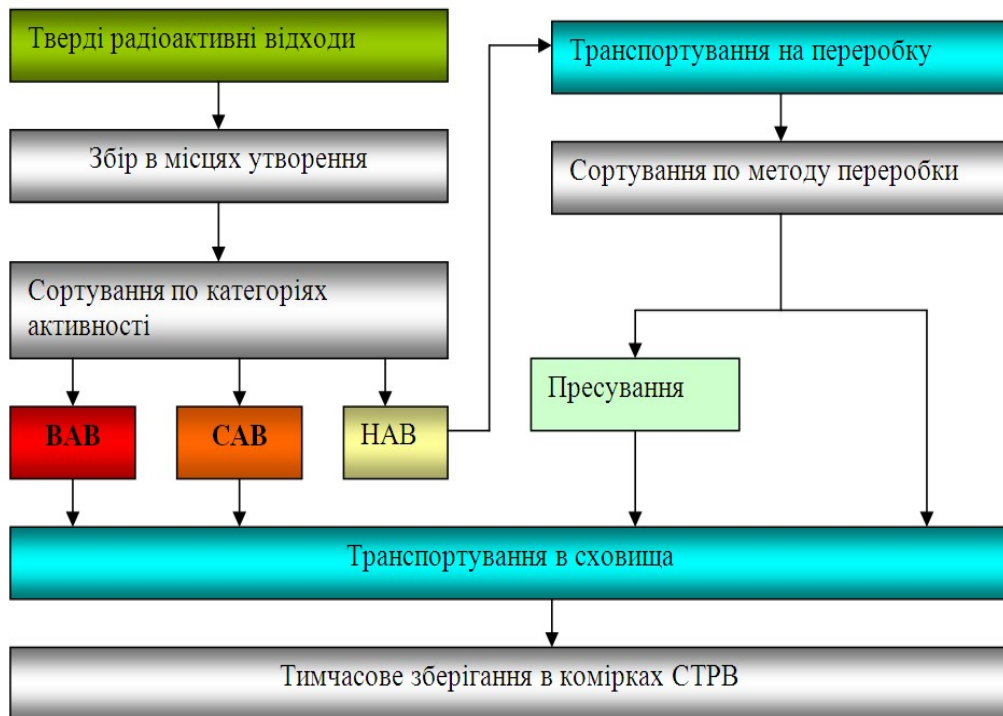


Схема поведження з ТРВ на ПАЕС

Для переробки ТРВ на ПАЕС використовується установка пресування С-26.

У звітному періоді виконувалися роботи з переробки (пресування) ТРВ першої категорії активності.

Всього перероблено 120,5 м³ відходів, що утворилися, та 52,0 м³ вилучених відходів. У результаті переробки ТРВ було отримано 37 м³ продуктів переробки (загальний коефіцієнт зменшення об'єму становить 4,66). За рахунок переробки в 2024 році об'єм відходів, що утворились, зменшено на 110,0 м³.



Установка для пресування РАВ

Накопичення низькоактивних ТРВ протягом останніх років залишається приблизно на одному рівні, що пов'язане з виконанням робіт по вилученню та

переробці аерозольних фільтрів, раніше розміщених на тимчасове зберігання в ємності ВС 403/2 СТРВ-1. У звітному періоді, як і у попередніх, виконувались роботи з вилучення та переробки аерозольних фільтрів – 52,0 м³. За рахунок переробки вилучених фільтрів, збільшено об'єм ємності ВС 403/2 СТРВ-1 для зберігання аерозольних фільтрів на 44,0 м³.

Наявні сховища РАВ на ПАЕС:



СТРВ-1



Сховище слабоактивних відходів



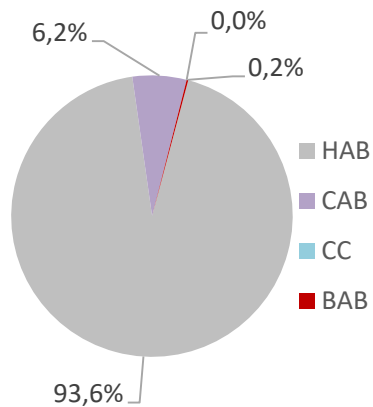
СТРВ-2



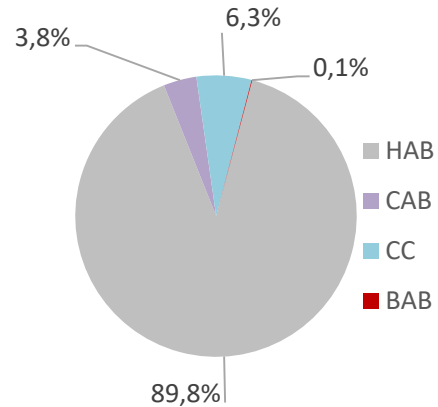
СТРВ-3

Вільний об'єм у сховищах ТРВ є достатнім (25,7 % для НАВ, 22,1 % для САВ та 89,1 % для ВАВ) для подальшої безперебійної та безпечної експлуатації енергоблоків ПАЕС.





Розподіл об'ємів утворених ТРВ на ПАЕС



Розподіл об'ємів накопичених ТРВ на ПАЕС

У 2021 році після проведення характеристики потоку «сухі солі», які утворюються внаслідок повторного переупарювання КЗ, відділено від «відходів, що не переробляються» та виділено як окремий потік ТРВ (відносяться до середньоактивних відходів). «Сухі солі» розміщуються у контейнери КТ-0,2 та направляються на зберігання до СТРВ.

За результатами проведеного аналізу темпи надходження ТРВ до сховищ ПАЕС є такими, що вільних об'ємів для зберігання ТРВ на майданчику ПАЕС достатньо для їх тимчасового зберігання на весь термін експлуатації енергоблоків ПАЕС, з урахуванням їх продовження.

Перспективи розвитку системи поводження з РАВ на ПАЕС

Комплексною програмою поводження з РАВ передбачено створення на ПАЕС КПРАВ.

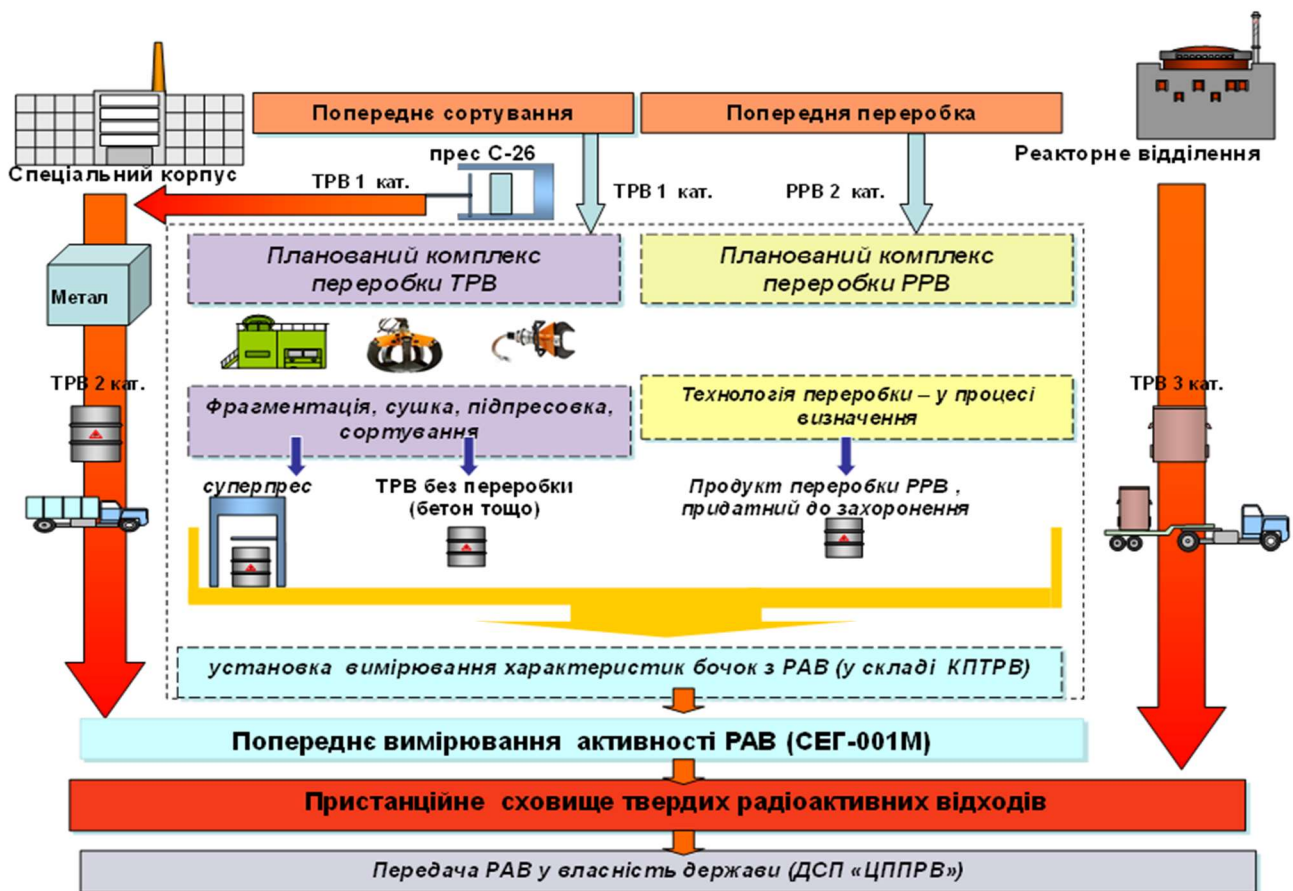
Загальна мета КПРАВ - підвищення рівня безпеки експлуатації, шляхом впровадження передових технологій з переробки радіоактивних відходів. Створення такого комплексу дасть можливість зменшити обсяги РАВ, які утворюються в процесі експлуатації і вже знаходяться у сховищах, а також кондиціонувати відходи для передачі на спеціалізоване підприємство та подальшого захоронення.

Проектом передбачається наступний склад комплексу:

- установка сортування та фрагментації;
- установка суперкомпактування;
- установка вимірювання активності (паспортизатор);
- установка вилучення;
- установка дезактивації;
- установка цементування.

Проект «Будівництво комплексу переробки твердих радіоактивних відходів КПТРВ (коригування)» затверджено наказом Міністерства енергетики України від 02.02.2017 № 93.

У 2022 році був запланований перегляд проекту КПРАВ. У зв'язку з повномасштабною агресією РФ проти України роботи було відкладено. Згідно з чинним Переліком заходів Комплексної програми поводження з РАВ у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-21 кінцевий термін впровадження КПРАВ на ПАЕС – 2029 рік.



Перспективна схема системи поводження з РАВ на ПАЕС

В рамках реалізації заходу зі створення КПРАВ на ПАЕС на майданчик станції було поставлено обладнання установки вимірювання активності РАВ (паспортизації). У вересні 2019 року установку введено в промислову експлуатацію.

Установка паспортизації для вимірювання питомої та сумарної активності, а також визначення радіонуклідного складу РАВ. З її допомогою здійснюватиметься передача облікових параметрів до єдиної бази даних управління РАВ, а також формуватиметься і видаватиметься паспорт на кожен контейнер з РАВ.



Передбачене Комплексною програмою поводження з РАВ АТ «НАЕК «Енергоатом» введення в експлуатацію КПРАВ на ПАЕС дозволить розпочати комплексну переробку накопичених ТРВ з метою переведення їх у форму, придатну для довготривалого зберігання або захоронення.

6 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АЕС КОНТЕЙНЕРАМИ ТА ОБЛАДНАННЯМ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ РАВ

Забезпечення АЕС упаковками та контейнерами для поводження з РАВ, іншим обладнанням покладено на філію «ВП «Атоменергомаш». Від стабільних поставок контейнерної продукції залежить безперервна робота установок переробки РРВ та ТРВ, зокрема, КПРАВ.

АЕМ до окупації міста Енергодар виробляв для АЕС такі види контейнерів: КРВ-200, КТРВ-200, КТРВф-0,2, КТРВф-0,28, КТ-0,2, УЗЗК, первинна упаковка ПУ-0,17 тощо.

У зв'язку з тимчасовою окупацією м. Енергодар та заводу НСОіТ «Атоменергомаш» у 2022-2023 роках виготовлення і постачання контейнерів та іншого обладнання для поводження з РАВ виконувалось не в повному обсязі та зі значними труднощами. Подальше недопостачання контейнерів загрожувало зупиненням установок переробки РАВ, а також суттєвим збільшенням накопиченого кубового залишку в ємностях СРВ та неперероблених НАВ у сховищах ТРВ.

У 2024 році були завершені роботи з релокації ВП АЕМ, поступово відновлено виробництво контейнерів та їх постачання на майданчики АЕС.



Контейнер КТ-0,2



Контейнер КРО-200

7 ПОВОДЖЕННЯ З ВЯП ТА ВАВ, УТВОРЕНИМИ ПІСЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВЯП АЕС

В Україну планувалось повернення радіоактивних відходів, одержаних після переробки ВЯП, а також цінних продуктів від переробки ВЯП ВВЕР-1000.

У зв'язку з військовою агресією російської федерації проти України рішення щодо повернення РАВ, одержаних після переробки ВЯП, буде прийнято після закінчення воєнного стану.

Поводження з ВЯП

На даний час Централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива знаходиться на етапі введення в експлуатацію згідно «Окремого дозволу на здійснення діяльності з будівництва та введення в експлуатацію ядерної установки ЦСВЯП» № ЕО 001060/1/15, виданого Держатомрегулювання.

ЦСВЯП є автономною ядерною установкою, призначеною для тривалого, безпечного та економічно ефективного зберігання відпрацьованого ядерного палива з Південноукраїнської, Хмельницької та Рівненської атомних електростанцій. На ЦСВЯП використовується сучасна система двобар'єрної упаковки ядерних матеріалів. Наявність власного сховища дозволило позбутися російської монополії на зберігання відпрацьованого палива.



Протягом 2023, 2024 років на ЦСВЯП було прийнято та встановлено на довгострокове зберігання 29 контейнерів з відпрацьованим ядерним паливом з енергоблоків РАЕС, ХАЕС та ПАЕС. Проектний термін експлуатації сховища (зберігання контейнерів з ВЯП) становить 100 років.



Перевезення транспортного контейнера зберігання ВЯП

8 ФОНД ПОВОДЖЕННЯ З РАВ

Державний фонд поводження з РАВ (далі – Фонд РАВ) є складовою частиною Державного бюджету України та формується за рахунок коштів, які надходять від екологічного податку, що справляється за утворення радіоактивних відходів та тимчасове зберігання РАВ їх виробниками у відповідності до статті 4 Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами». Кошти Фонду спрямовуються на реалізацію бюджетних програм, у межах яких виконуються роботи та здійснюються заходи з проектування, будівництва, введення в експлуатацію, експлуатації, зняття з експлуатації або закриття об'єктів, призначених для поводження з РАВ, які передані ліцензіатами у власність держави, та здійснюються інші заходи, пов'язані з поводженням з РАВ, які передані ліцензіатами у власність держави. Головним розпорядником Фонду є Державне агентство з управління зоною відчуження, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України через Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України.

Виробники РАВ сплачують екологічний податок – збір за забруднення навколишнього середовища в частині утворення РАВ, включаючи вже накопичені РАВ, та їх тимчасове зберігання. Ставки та порядок обчислення екологічного податку, що справляється за утворення РАВ (включаючи вже накопичені) та/або тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад визначений особливими умовами ліцензії строк, встановлюються Податковим кодексом України. Для експлуатуючої організації (оператора) АЕС сума збору нараховується пропорційною показникам виробництва електроенергії, а також об'ємам та активності РАВ, утворених раніше. Згідно статті 249 Податкового кодексу України сума екологічного податку розраховується АЕС щоквартально на основі: показників виробництва електричної енергії з урахуванням ставки податку 1,33 коп. за 1 кВт·год виробленої електроенергії, а також пропорційно до обсягу та активності утворених за квартал РАВ і фактичного об'єму РАВ, накопичених до 01.04.2009 (з 01.04.2011 до 01.04.2019 року). Основним наповнювачем Фонду є АТ «НАЕК «Енергоатом».

Починаючи з травня 2009 року, АТ «НАЕК «Енергоатом» поквартально сплачує внески у Фонд поводження з РАВ (збір за забруднення навколишнього середовища, яке спричинене утворенням РАВ, а з 01.01.2011 – екологічний податок за утворення РАВ).

У 2024 році до Фонду поводження з РАВ перераховано 711,48 млн. грн. Загальний обсяг перерахувань до Фонду поводження з РАВ з 2009 року станом на 31.12.2024 становить 11 825,9 млн. грн.

Відповідно до Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» (ст. 4) держава в установленому Кабінетом Міністрів України порядку надає суб'єктам діяльності у сфері використання ядерної енергії, які утворюють радіоактивні відходи та сплачують екологічний податок, що справляється за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені)

та тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками, гарантії щодо прийняття без додаткової оплати на зберігання/захоронення всього обсягу радіоактивних відходів, утворених під час провадження діяльності таких суб'єктів.

Станом на кінець 2024 року на Комплексі виробництв «Вектор» ДСП «ЦППРВ» не створені сховища для прийняття РАВ діючих АЕС АТ «НАЕК «Енергоатом». Розглядаються можливості щодо прийняття РАВ АЕС до існуючих сховищ (СОПСТРВ, ТРВ-1, ТРВ-2).

9 ВИСНОВКИ ТА ПЛАНИ НА МАЙБУТНЄ

Наведений у звіті аналіз існуючого стану поведження з РАВ в АТ «НАЕК «Енергоатом» з точки зору динаміки утворення, накопичення та переробки рідких та твердих радіоактивних відходів свідчить про достатність вільних об'ємів у сховищах РАВ, а існуюча система поведження з РАВ забезпечує подальшу **безперебійну та безпечну експлуатацію АЕС** (крім ЗАЕС, стан системи поведження з РАВ якої внаслідок тимчасової окупації військами рф наразі невідомий).

Зокрема можна зазначити таке:

✓ Розпорядженням КМУ від 04.11.2022 № 992-р схвалено «Концепцію Загальнодержавної цільової екологічної програми поведження з радіоактивними відходами», яку було розроблено за участі фахівців АТ «НАЕК «Енергоатом». На основі Концепції ДАЗВ України за участі фахівців АТ «НАЕК «Енергоатом» здійснює розроблення Загальнодержавної цільової екологічної програми поведження з радіоактивними відходами.

✓ У зв'язку зі створенням Акціонерного товариства «НАЕК «Енергоатом» у звітному році розпочався позаплановий перегляд «Комплексної програми поведження з РАВ у ДП «НАЕК «Енергоатом» ПМ-Д.0.18.174-21, яка визначає основні напрямки діяльності та перелік заходів щодо поведження з РАВ АТ «НАЕК «Енергоатом» на 2025-2029 рр., етапи реалізації заходів, вартість робіт та розподіл коштів для фінансування заходів.

✓ Філією «ВП Атоменергомаш» завершено заходи з релокації виробництва і відновлено виготовлення та сталє постачання на АЕС контейнерів і клітей для зберігання РАВ.

✓ Введення у 2019 року в промислову експлуатацію комплексу з переробки радіоактивних відходів на Рівненській АЕС дозволило зменшити об'єм РАВ, що надходять на тимчасове зберігання в комірці сховищ ТРВ. В результаті переробки експлуатаційних РАВ на установках комплексу, надходження НАВ у сховища, у порівнянні з їх утворенням, зменшилось приблизно у 1,5 - 2 рази.

✓ Контроль над обсягами утворення/надходження РАВ дозволив у звітному році утримувати показники утворення ТРВ та РРВ в межах, що не перевищували встановлених у ВП АЕС контрольних рівнів.

✓ На РАЕС, ПАЕС та ХАЕС за допомогою інформаційної системи контролю показників поточного рівня безпеки (ІС ПРБ) здійснювався постійний моніторинг показників, що характеризують процеси поведінки з РАВ. За звітний період погіршення показників безпеки не зафіксовано.

✓ Відмов та порушень при експлуатації установок з переробки ТРВ та РРВ, що експлуатуються на майданчиках РАЕС, ПАЕС, ХАЕС не спостерігалось. Дані про стан обладнання на ЗАЕС з 01.07.2022 відсутні.

✓ Важливими досягненнями звітного року у розбудові удосконаленої системи поведінки з РАВ в АТ «НАЕК «Енергоатом» є:

- стабільна промислова експлуатація комплексу з переробки радіоактивних відходів на РАЕС;
- продовжувалось виконання робіт з упровадження КППРАВ на ХАЕС;
- ефективними були заходи з мінімізації утворення РАВ, що полягали у контролі над обсягами утворення/надходження РАВ, удосконаленні планування робіт у зоні суворого режиму, дезактивації та повторному використанні забрудненого обладнання та матеріалів тощо.

✓ Повномасштабна збройна агресія російської федерації проти України негативно впливає на виконання значної частини запланованих у КП заходів, зокрема на:

- виконання робіт згідно з затвердженим графіком по об'єкту «Нове будівництво сховища легкого типу для тимчасового зберігання кондиціонованих РАВ у залізобетонних контейнерах на ЗАЕС» (завершення робіт планувалось у 2023 році);
- виконання комплексу заходів з розробки оптимальної рецептури іммобілізації фільтруючих матеріалів та шламів, проведення випробувань та переробка дослідної партії на ЗАЕС (завершення робіт планувалось у 2022 році);
- передачу ТРВ від РАЕС для переробки на установку спалювання КППРАВ Запорізької АЕС;
- проведення досліджень зразків ТРВ ЗАЕС з характеристиками альфа-, бета-, гамма-випромінюючих нуклідів і визначення радіонуклідних векторів. Без проведення характеристики неможливо передавати кондиціоновані РАВ до спеціалізованих підприємств на довготривале зберігання або захоронення.

Виконання цих заходів перенесено на більш пізній період.

✓ У зв'язку з тимчасовою окупацією ЗАЕС збройними силами РФ склалася ситуація, яка унеможливила надання звітності, передбаченої вимогами ліцензій на експлуатацію енергоблоків ЗАЕС та інших документів, надання даних для ведення Державного реєстру РАВ та Державного кадастру сховищ РАВ.

Пріоритетні питання щодо удосконалення системи поводження з РАВ АЕС та плани на майбутнє:

В галузі поводження з рідкими РАВ

- ✓ виконання техніко-економічного аналізу оптимізації схеми поводження з рідкими РАВ АЕС;
- ✓ впровадження технологій переробки рідких радіоактивних відходів з метою отримання продукту, прийняттого для захоронення;
- ✓ виконання комплексу заходів з розробки оптимальної рецептури іммобілізації фільтруючих матеріалів та шламів, проведення випробувань та переробка дослідної партії ВФМ та шламів.

В галузі поводження з твердими РАВ

- ✓ будівництво та введення експлуатацію КПРАВ на ХАЕС та ПАЕС;
- ✓ продовження робіт зі створення тимчасового сховища легкого типу для зберігання контейнерів з кондиційованими РАВ на ЗАЕС (після її деокупації);
- ✓ продовження виконання робіт спільно з ДСП «ЦППРВ» з передачі солебітумного компаунду РАЕС на переробку з подальшим захороненням у СОПСТРВ комплексу виробництв «Вектор»;
- ✓ проведення в спеціалізованій лабораторії досліджень зразків ТРВ АЕС з радіологічної, фізичної, хімічної характеристикації;
- ✓ розроблення галузевого технічного рішення з передачі СП на захоронення;
- ✓ розроблення та впровадження в АТ «НАЕК «Енергоатом» інтегрованої інформаційно-аналітичної системи поводження з РАВ;
- ✓ впровадження заходів з транспортно-технологічної схеми перевезення РАВ АЕС на спеціалізовані підприємства;
- ✓ створення на АЕС ділянок зі звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю тощо.

Удосконалення чинної нормативної бази

- ✓ актуальними залишаються питання удосконалення чинної нормативної бази галузі поводження з РАВ, зокрема щодо характеристикації РАВ при підготовці на захоронення, інтегрованої системи поводження з РАВ, класифікації РАВ та встановлення критеріїв для категорії ДНАВ, вимог до оформлення паспортів при підготовці до передачі на захоронення тощо.

Фінансування заходів з поводження з РАВ

- ✓ забезпечення достатнього обсягу фінансування, що є основою для реалізації заходів з поводження з РАВ;
- ✓ створення дієвого механізму контролю за розподіленням та використанням коштів Державного фонду поводження з РАВ.

Звіт підготовлений на основі нижчезазначених матеріалів:

- Комплексна програма поведження з радіоактивними відходами у ДП «НАЕК «Енергоатом» (ПМ-Д.0.18.174-21);
- Річні звіти філій ВП АЕС з поведження з РАВ за 2024 р.;
- Звіт з поведження з РАВ та з реалізації заходів «Комплексної програми поведження з РАВ» ПМ-Д.0.18.174-21 в АТ «НАЕК «Енергоатом» за 2024 рік.

Розробники:

О.В. Зелений, О.В. Годун, В.І. Яцук, Л.Л. Савелій

За участю: В.В. Костенко; В.А. Суржко; С.О. Станіславської, профільних фахівців філій ВП АЕС.