



Круглий стіл

Україна: Питання безпеки зберігання відпрацьованого
ядерного палива і радіоактивних відходів

**Експертиза обґрунтування безпеки при зберіганні
відпрацьованого ядерного палива і радіоактивних
відходів**

Алексєєва З.М., Кондратьєв С.М., Смишляєва С.П.

Київ
23 червня 2015

ЗМІСТ



- **Ключові регулюючі вимоги щодо безпечного зберігання ВЯП**
- **Досвід оцінки безпеки зберігання ВЯП на Чорнобильській АЕС**
- **Ключові регулюючі вимоги щодо зберігання/захоронення РАВ**
- **Досвід оцінки безпеки сховища для захоронення РАВ на майданчику «Вектор»**



- **Ключові регулюючі вимоги щодо безпечного зберігання ВЯП**
- Досвід оцінки безпеки зберігання ВЯП на Чорнобильській АЕС
- Ключові регулюючі вимоги щодо зберігання/захоронення РАВ
- Досвід оцінки безпеки сховища для захоронення РАВ на майданчику «Вектор»

Ключові регулюючі вимоги щодо ВЯП



НП 306.2.105-2004

«Основні положення забезпечення безпеки проміжних сховищ відпрацьованого ядерного палива сухого типу»

- Принципи забезпечення безпеки
- Класифікація систем і елементів
- Проектні критерії та вимоги з безпеки
- Етапи життєвого циклу

Ключові регулюючі вимоги щодо ВЯП



НП 306.2.105-2004

Система зберігання ВЯП у проміжному СВЯП сухого типу має передбачати не менше двох бар'єрів на шляху розповсюдження радіоактивних матеріалів і одного бар'єра на шляху поширення іонізуючих випромінювань (4.1)

Проектом має бути передбачене оснащення систем і елементів СВЯП сухого типу ... приладами, що дозволяють здійснювати технологічний та радіаційний контроль зберігання ВЯП (6.9.2)

Ключові регулюючі вимоги щодо ВЯП



НП 306.2.105-2004

Системи і елементи СВЯП сухого типу за впливом на безпеку поділяють на ... важливі для безпеки (ВБ), та ... такі, що не впливають на безпеку (НБ) (5.2)

Поділ систем і елементів за впливом на безпеку зазначають у проекті СВЯП сухого типу, а також в документації на розроблення, виготовлення і постачання систем і елементів СВЯП сухого типу (5.3)

Ключові регулюючі вимоги щодо ВЯП



НП 306.2.105-2004

Конструкція обладнання для транспортування ВЯП має виключати навантаження, що здатні викликати пошкодження ТВЗ (6.7.1)

Мають бути передбачені технічні засоби, що виключають неконтрольовані, довільні переміщення обладнання для поводження з ВЯП (6.7.9)

Технологічні операції розбирання ТВЗ мають виключати можливість порушення цілісності оболонки ТВЕЛ (6.8.2)

Ключові регулюючі вимоги щодо ВЯП



Норми і правила радіаційної безпеки (НРБУ, ОСПУ)

- принципи (неперевищення, виправданості, оптимізації)
- норми (ліміти доз, допустимі та контрольні рівні, регламенти втручання в умовах аварії тощо)
- правила (організація робіт, зонування, радіаційний контроль, санпропускники та саншлюзи, вентиляція, індивідуальний захист тощо)

Застосування регулюючих вимог США



Для обґрунтування безпеки можуть бути використані будь-які документи, що не суперечать діючим в Україні нормам і правилам, та враховують принцип використання випробуваних технологій (п. 6.1.1 НП 306.2.105-2004)

- Виготовлення контейнера зі сталі SA 240 304 L/304, що аналогічна сталі 08X18H10
- Застосування А, В, С- категорій елементів за впливом на безпеку із NUREG/CR-6407, що є більш детальним ніж класифікація у НП 306.2.105-2004
- Застосування критерію витoku з ANSI N 14.5-1997, який дорівнює 2×10^{-7} см³/сек
- Застосування стандартів Холтек щодо тиску гелію у пеналі, критерію сушіння ВЯП, тощо

Ключові регулюючі вимоги щодо ВЯП



Ключові складові ЗАБ за РД 306.8.02/2.067-2003

- проектні основи
- аналіз міцності
- оцінка теплових процесів
- біологічний захист
- ядерна безпека
- поводження з радіоактивними відходами
- межі та умови експлуатації
- радіаційний контроль та оцінка доз
- аналіз аварій



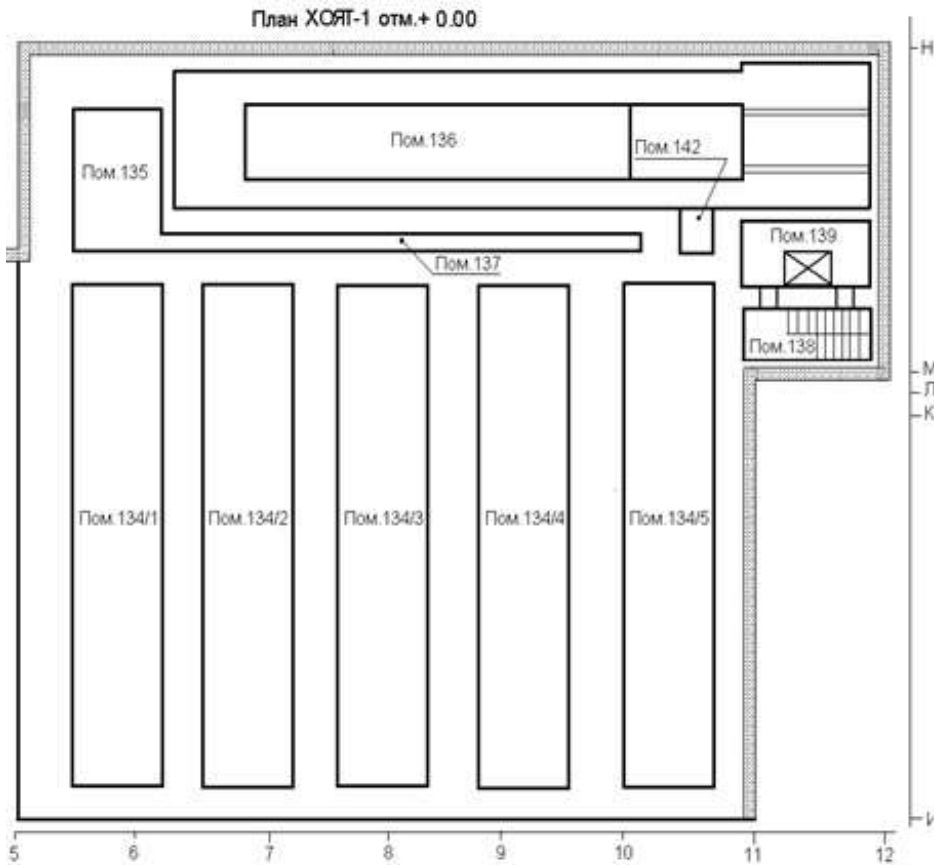
- Ключові регулюючі вимоги щодо безпечного зберігання ВЯП
- **Досвід оцінки безпеки зберігання ВЯП на Чорнобильській АЕС**
- Ключові регулюючі вимоги щодо зберігання/захоронення РАВ
- Досвід оцінки безпеки сховища для захоронення РАВ на майданчику «Вектор»

Сховище мокрого типу ЧАЕС (СВЯП-1)



- Експлуатується з 1986р
- Ліцензія діє до 2025р
- Звіт з аналізу безпеки, версія 3.01 – 2011р
- Реалізуються заходи з підвищення безпеки
- Переміщення ВЯП з блоків 1-3
- Звіт з аналізу безпеки, версія 3.02 – 2015р

Компоновка басейна витримки СВЯП-1 ЧАЕС



- 5 відсіків БВ загальною місткістю - 21900 ВТВЗ
- Зберігається 21232 непошкоджених ВТВЗ
- Планується перемістити у каньйон 52 пошкоджених ВТВЗ

Обґрунтування міцності



- Виконані дослідження та розрахункові обґрунтування споруд (будівлі, БВ тощо)
- Реалізовані заходи із підсилення окремих конструкцій
- Продемонстровано достатню міцність та несучу спроможність, в тому числі при екстремальних природних впливах (зокрема при максимальному розрахунковому землетрусі)

Обґрунтування надійного забезпечення водою БВ



- Виконаний аналіз найбільш несприятливих умов (максимальне розрахункове протікання БВ)
- Реалізовані заходи зі створення додаткових систем підживлення БВ водою, збирання, очищення та повернення води (у випадку протікання) тощо
- Продемонстровано виконання функцій підтримки рівня води у БВ та запобігання розповсюдження забруднень при максимальному розрахунковому протіканні БВ

Сховище сухого типу ЧАЕС (СВЯП-2)



- Ліцензія на будівництво
- Введення у експлуатацію планується у 2017р.
- Попередній ЗАБ
- Технічні специфікації на важливе для безпеки обладнання

Технологічний процес СВЯП-2



- приймання та перевантаження ВТВЗ у гарячу камеру
- різання ВТВЗ, пакування ВТВЗ у патрони, патронів у пенал
- сушіння, заповнення гелієм і герметизація пенала
- зберігання протягом 100 років пеналів з ВЯП

Обґрунтування безпеки СВЯП-2



- У ПЗАБ представлені обґрунтування безпеки основних проектних рішень СВЯП-2 за усіма напрямками: етапи технологічного процесу, підкритичність, біологічний захист, запобігання розповсюдження радіоактивних речовин, тепловідведення, міцність, експлуатація тощо
- Деталізовані обґрунтування безпеки – це обґрунтування безпеки детальних проектних рішень обладнання, представлених у технічних специфікаціях
Обладнання об'єднане у групи з врахуванням його взаємозв'язків

Двостінний сухий пенал



При розробці технічних специфікацій з врахуванням деталізованих проектних рішень і технології виготовлення уточнювались питання:

- міцності із обмеженням механічної взаємодії між обичайками
- теплових процесів
- біологічного захисту у окремих зонах

Поводження з ВЯП у гарячій камері



При розробці технічних специфікацій розглянуто питання, пов'язані з запобіганням пошкодження ВЯП, зокрема:

- точність позиціонування обладнання
- запобігання несанкціонованих переміщень
- надійність обладнання

Удосконалення регулюючих вимог щодо ВЯП



За результатами досвіду застосування НП 306.2.105-2004 «Основні положення забезпечення безпеки проміжних сховищ відпрацьованого ядерного палива сухого типу» та РД 306.8.02/2.067-2003 «Рекомендації щодо структури та змісту звіту з аналізу безпеки сховищ відпрацьованого ядерного палива» прийняте рішення щодо їх перегляду

За підтримки КЯР США виконується перегляд цих документів



- Ключові регулюючі вимоги щодо безпечного зберігання ВЯП
- Досвід оцінки безпеки зберігання ВЯП на Чорнобильській АЕС
- **Ключові регулюючі вимоги щодо зберігання/захоронення РАВ**
- Досвід оцінки безпеки сховища для захоронення РАВ на майданчику «Вектор»

Ключові регулюючі вимоги щодо РАВ



Закон України “Про поводження з радіоактивними відходами”

- При захороненні РАВ надійність ізоляції РАВ від навколишнього природного середовища забезпечується системою інженерних та природних бар'єрів
- Безпека сховищ РАВ при екстремальних природних подіях чи при аварійних ситуаціях забезпечується обґрунтованими проектними рішеннями стосовно можливих сценаріїв подій. Має бути доведено неперевищення встановлених нормативних впливів

Ключові регулюючі вимоги щодо РАВ



НП 306.4.149-2008; НП 306.4.143-2008; НП 306.4.133-2007

- **Багатобар'єрність** - система бар'єрів - порушення цілісності одного з бар'єрів чи ймовірна зовнішня подія не повинні призвести до зниження рівня довготривалої безпеки
- **Неперевищення** – прогнозовані рівні опромінення теперішніх і майбутніх поколінь людей не перевищує допустимі рівні опромінення населення
- **Оптимізація** - радіаційний вплив від сховища, має підтримуватися на досяжно низькому рівні з урахуванням економічних та соціальних чинників
- **Пасивна безпека** – безпека захоронення не покладається на активні заходи

Ключові регулюючі вимоги щодо РАВ



- Всебічне обґрунтування безпеки персоналу, населення, навколишнього середовища на період експлуатації сховища і на довготривалій післяексплуатаційний період (для захоронення)
- Обґрунтовані критерії приймання РАВ – конкретні вимоги та умови, яким мають відповідати упаковки РАВ для зберігання/захоронення
- Оцінка довготривалої безпеки – вибір та обґрунтування сценаріїв нормальної еволюції (поточне опромінення) та альтернативних сценаріїв (потенційне опромінення), прогностичні розрахунки їх наслідків з аналізом невизначеностей

Ключові регулюючі вимоги щодо РАВ



Сценарії при оцінці довготривалої безпеки	Критерії довготривалої безпеки
<u>сценарії нормальної еволюції</u> - природні процеси, деградація інженерних бар'єрів (частіше 1 разу в 100 років)	квота ліміту річної ефективної дози поточного опромінення населення 10 мкЗв/рік
<u>альтернативні сценарії</u> - малоймовірні природні події, що призводять до відмов бар'єрних функцій	референтний рівень потенційного опромінення 1 мЗв/рік
<u>сценарії ненавмисного вторгнення</u> - буріння свердловин, будівельні роботи на майданчику тощо	референтний рівень потенційного опромінення 50 мЗв/рік

Ключові регулюючі вимоги щодо РАВ



В оцінці безпеки демонструється, що система взаємодоповнюючих пасивних бар'єрів забезпечує:

- Ізоляцію РАВ від біосфери протягом часу, достатнього для зниження активності за рахунок природних розпадів, з гарантуванням неперевищення допустимих радіаційних впливів
- Обмеження надходження радіонуклідів у доступне для людини середовище, з забезпеченням неперевищення допустимих радіаційних впливів
- Зменшення ймовірності та наслідків ненавмисного вторгнення людини в систему ізоляції

Ключові регулюючі вимоги щодо РАВ



При експертизі довготривалої безпеки оцінюється

- Адекватність, достатність і обґрунтованість вихідних даних – характеристик упаковок РАВ, майданчика, бар'єрів та їх функцій
- Обґрунтованість прийнятих припущень
- Аналіз процесів деградації РАВ і бар'єрів
- Міграція радіонуклідів в навколишнє середовище
- Прогноз діяльності людини у майбутньому в зоні сховища
- Аналіз моделей та сценаріїв для прогнозування радіологічних впливів
- Порівняння результатів розрахунків з критеріями безпеки
- Аналіз невизначеностей та їх зменшення



- Ключові регулюючі вимоги щодо безпечного зберігання ВЯП
- Досвід оцінки безпеки зберігання ВЯП на Чорнобильській АЕС
- Ключові регулюючі вимоги щодо зберігання/захоронення РАВ
- **Досвід оцінки безпеки сховища для захоронення РАВ на майданчику «Вектор»**

Експертиза ЗАБ сховища для захоронення



- Розміщено на майданчику «Вектор» (Лот 3)
- 2-і секції з 11-ти відсіків кожна
- Захоронення РАВ ЧАЕС:
 - зацементовані РРВ у 200-л бочках - 70 000 шт.
 - залізобетонні контейнери з ТРВ - 5800 шт.
- Багатобар'єрна система локалізації:
 - упаковки
 - стіни та днища відсіку
 - ґрунти зони аерації
 - верхнє накриття

Експертиза ЗАБ сховища для захоронення

- Ліцензія на обмежену експлуатацію Лот 3 - заповнення двох симетричних відсіків упаковками РАВ
- Ліцензія видана на основі експертизи Звіту про аналіз безпеки та Критеріїв приймання РАВ на захоронення



Експертиза ЗАБ сховища для захоронення



Сценарії поточного опромінення

- Розповсюдження радіонуклідів ґрунтовими водами та використання питної води населенням
- Консервативні припущення:
 - інженерні бар'єри (упаковки, верхнє накриття);
 - бетони стіни, днища відсіків та штучну основу не враховували
 - виключали природний бар'єр (сорбцію в зоні аерації)
 - вживання питної води із першого водоносного горизонту на границі майданчика «Вектор»

Експертиза ЗАБ сховища для захоронення



Сценарії потенційного опромінення

5 консервативних сценаріїв опромінення, відповідно до основних шляхів формування дози:

1. вживання населенням води із колодязя, який проходить безпосередньо через тіло сховища
2. вживання населенням продуктів харчування, які вирощені на майданчику сховища
3. інгаляція радіоактивних аерозолів на території зруйнованого сховища
4. зовнішнє опромінення на території зруйнованого сховища
5. проковтування малих фрагментів РАВ на території зруйнованого сховища

Експертиза ЗАБ сховища для захоронення



- В розрахунках використовується занадто консервативний підхід
- Невизначеність вихідних даних – інвентарний склад і характеристики РАВ ЧАЕС
- Не використовувалися дані про реальні характеристики бар'єрів сховища
- Методологія ОБ не відповідає сучасним підходам - реалістичне моделювання міграції радіонуклідів (визначення критичної групи для сценаріїв нормальної та прискореної еволюції); реалістичні сценарії потенційного опромінення з урахуванням розміщення в зоні відчуження

Плани з покращання обґрунтувань безпеки



- Реалістична оцінка довготривалої безпеки Лот 3
- Керівництво з оцінки радіологічних впливів майданчика «Вектор» з багатьма установками для переробки, зберігання та захоронення (2013 рік)
- Комплексна оцінка впливів майданчика «Вектор» у довготривалій перспективі

Удосконалення регулюючих вимог



- Розробка НД за підтримки Норвезького регулюючого органу з радіаційного захисту
 - Загальні положення безпеки при поводженні з РАВ до захоронення
 - Загальні положення безпеки при захороненні РАВ



Дякую за увагу!

Київ
23 червня 2015