

**РЕЗУЛЬТАТ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ “ДОЗ – ВИТРАТ - ВИГОДИ” ДЛЯ ДВОХ  
ВАРІАНТІВ “РАНЬОГО” ДЕМОНТАЖУ НЕСТАБІЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ  
ОБ’ЄКТА “УКРИТТЯ”**

Розглянуто результат проведення порівняльного аналізу "доз – витрат - вигоди" для двох варіантів "раннього" демонтажу нестабільних конструкцій об'єкта "Укриття" на основі багатокритеріального аналізу та системи експертних оцінок при виконанні робіт 2-го етапу проектування ПК-2 НБК «Розробка робочого проекту ПК-2 НБК - інфраструктура для демонтажу нестабільних конструкцій об'єкта "Укриття".

*Ключові слова:* методика, аналіз "доз – витрат - вигоди", нестабільні конструкції, багатокритеріальний аналіз, експертні оцінки, новий безпечний конфайнмент, об'єкт "Укриття".

**Вступ**

Стратегія перетворення об'єкта "Укриття" передбачає три основні етапи перетворення об'єкта "Укриття" ЧАЕС в екологічно безпечну систему: стабілізація будівельних конструкцій об'єкта "Укриття", будівництво нового безпечного конфайнмента (НБК) над існуючим об'єктом "Укриття" та вилучення паливовмісних матеріалів (ПВМ). Діяльність з перетворення об'єкта "Укриття" здійснюється відповідно до прийнятого в 1997 р. Планом здійснення заходів (ПЗЗ).

Перший етап (стабілізація) успішно завершено. Другий етап складається з двох пускових комплексів - ПК-1 і ПК-2. ПК-1 передбачає власне будівництво НБК. ПК-1 зараз реалізується і повинен бути закінчений до 2017 р. Робоче проектування ПК-2 розпочнеться найближчим часом. Реалізуватися він буде відразу після завершення ПК-1.

Мета цієї роботи полягає в отриманні уточнених вихідних даних та обґрунтувань для прийняття рішення щодо вибору найбільш пріоритетного (з урахуванням усіх факторів, включаючи умови фінансування) варіанта «раннього» демонтажу нестабільних конструкцій об'єкта «Укриття», який буде покладено в основу виконання робіт 2-го етапу проектування ПК-2 НБК «Розробка робочого проекту ПК-2 НБК - інфраструктура для демонтажу нестабільних конструкцій об'єкта «Укриття». Для вирішення даного завдання представлено результати порівняльного аналізу "доз – витрат – вигоди" для двох варіантів "раннього" демонтажу. Робота виконана з урахуванням рекомендацій МКРЗ [19], вимог українських нормативних документів [20] із застосуванням методів багатокритеріального підходу [21].

**Склад нестабільних конструкцій, що підлягають «ранньому» демонтажу**

Результати переоцінки складу нестабільних конструкцій об'єкта "Укриття", що підлягають «ранньому» демонтажу, виконаної в рамках завдання 2 (відповідно з [4] викладені в документі D2.2 [5]). Уточнений склад конструкцій і технологічна послідовність їхнього демонтажу, покладені в основу проведення робіт по задачах 3 і 4, наведено в табл. 1.

*Таблиця 1. Склад нестабільних конструкцій об'єкта "Укриття", що підлягають «ранньому» демонтажу, і послідовність (черговість) їхнього демонтажу*

Черговість демонтажу	Найменування	Кращий варіант демонтажу
1	Металева ферма (установлена при реалізації стабілізаційного заходу 8)	повний демонтаж
2	Похилі щити*, що спираються на блоки покриття машинного залу і південні щити-«ключки»	повний демонтаж
3	Південні щити-«ключки» в осях 40-52, Б-В	повний демонтаж
4	Грубопроводи системи пилопригнічення*	повний демонтаж
5	Легка покрівля над трубним накатом в осях 43-50, Ж-П	повний демонтаж
6	Південні щити в осях 40-50, В-Ж	повний демонтаж
7	Блок «Котячий будинок»*	повний демонтаж
8	Балка «Мамонт» (з виконанням проміжних опор для можливості розчленування балки на частини, які окремо демонтуються)	повний демонтаж

© В. В. Деренговський, В. М. Рудько, В. О. Говоров, 2015

Продовження табл. 1

Черговість демонтажу	Найменування	Кращий варіант демонтажу
9	Балка «Восьминіг»	повний демонтаж
10	Західна опора балки «Мамонт»	повний демонтаж
11	Розподільна рама східної опори балки «Мамонт»*	повний демонтаж
12	Східна опора балки «Мамонт» (з відмітки 51,970 до 43,050)	повний демонтаж
13	Додаткова опора балки «Мамонт»*	повний демонтаж
14	Завали на деаераторній етажерці (ДЕ) на відмітці 38,600. Підстава балок «Мамонт» і «Восьминіг»	повний демонтаж
15	Плити перекриття ДЕ на відмітці 38,600 в осях 41-51, Б-В	повний демонтаж
16	Північні щити-«ключки» в осях 41-50, П-С	повний демонтаж
17	Блок «Мишкін дім»*	повний демонтаж
18	Трубний накат в осях 43-50, Ж-П	повний демонтаж
	Балки Б1 по осях Ж і П, у т.ч. зони спирання на вентиляційні шахти	«відкладений» демонтаж
	Балки Б2 по осях Ж і П	«відкладений» демонтаж
	Система зв'язків балок Б2*	«відкладений» демонтаж
	Завали та плити перекриття над приміщенням 805/3	«відкладений» демонтаж

\* Відсутні в переліку конструкцій, що підлягають «ранньому» демонтажу [3].

Конструкції трубного накату забезпечують екранування джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ), розташованих у центральному залі. Демонтаж цих конструкцій здійснюється в останню чергу, що дозволяє мінімізувати радіаційний вплив на персонал, який виконує роботи з демонтажу/поводження в подарковому просторі НБК (у тому числі на майданчиках тимчасового складування та тимчасового зберігання).

#### Вихідні дані для порівняння двох варіантів «раннього» демонтажу

Оцінка трудовитрат і колективної ефективної дози (КЕД) опромінення персоналу виконувалася тільки на ту частину, яка відрізняється видами та обсягами робіт. Оцінка доз опромінення персоналу виконувалася за методикою [12]. Зведені дані з трудо- і дозовитрат персоналу на весь період діяльності щодо поводження з радіоактивними відходами (РАВ) за двома варіантами наведено в табл. 2 і 3.

Таблиця 2. Сумарні показники трудо- і дозовитрат персоналу при поводженні з РАВ

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Сумарні трудовитрати на виконання робіт в умовах об'єкта "Укриття", $T_{\text{оу}}$ , люд.-год	63992	89507
Колективна ефективна доза зовнішнього опромінення $S_{\text{р}}$ , люд.-мЗв	24006	25808
Колективна ефективна доза внутрішнього опромінення $S_{\text{вт}}$ , люд.-мЗв	309	554
Колективна ефективна доза опромінення персоналу $S_{\text{о}}$ , люд.-мЗв	24315	26362

Таблиця 3. Показники трудо- і дозовитрат по роках діяльності

Рік виконання робіт	Варіант 1		Варіант 2	
	$T_{\text{оу}}$ , люд.-год	$S_{\text{о}}$ , люд.-мЗв	$T_{\text{оу}}$ , люд.-год	$S_{\text{о}}$ , люд.-мЗв
2019	23248,0	280,4		
2020	5610,2	4868,0	7954,8	4589,1
2021	26527,9	16587,6	26877,6	15063,5
2022	8606,3	2578,7	5073,4	1015,1
2022 - 2032			3731,5	1876,5
2031			21990,2	265,2
2032			23879,7	3553
Усього за роки роботи	63992	24315	89507	26362

Виходячи з результатів оцінки трудовитрат і КЕД опромінення персоналу за двома варіантами «раннього» демонтажу, можна зробити такі висновки:

трудоу витрати по варіанту 2 приблизно на 40 % вище, ніж по варіанту 1, що обумовлено виконанням додаткового обсягу робіт з навантаження, транспортування і вивантаження радіоактивно-забруднених залізобетонних конструкцій (РЗБК) на майданчик тимчасового зберігання радіоактивно-забруднених матеріалів (МТЗ РЗМ) НБК, діяльністю щодо забезпечення їхнього тимчасового зберігання, а також наступним навантаженням, транспортуванням РЗБК з МТЗ РЗМ (НБК) у Технологічну будівлю (ТЕБ);

КЕД по варіанту 2 приблизно на 8 % вище, ніж по варіанту 1. Незначна відмінність КЕД (незважаючи на суттєву різницю по трудовитратах) обумовлена впливом фактора часу на поліпшення радіаційної обстановки.

### Фінансові витрати на виконання робіт

При виконанні оцінки вартості реалізації «раннього» демонтажу враховувалися витрати на придбання обладнання та будівельно-монтажні роботи при оснащенні майданчиків тимчасового складування, зберігання, ТЕБ і зони демонтажу. Передбачається, що «ранній» демонтаж почнеться у 2020 р., до цього моменту має бути закуплено і встановлено необхідне обладнання. Для варіанта «інтегрований демонтаж/поводження» ТЕБ повинен бути оснащений необхідним обладнанням до початку демонтажних робіт. Для варіанта «демонтаж з відкладеним поведженням» оснащення ТЕБ буде потрібно через  $\approx 10$  років після завершення періоду тимчасового зберігання (2031 р.). Для оцінки вартості реалізації двох варіантів «раннього демонтажу» в поточних цінах використовувався щорічний темп інфляції, прийнятий постійним і рівним 2 %. Враховуючи, що об'єкт «Укриття» належить до економічно витратних об'єктів, проекти ПЗЗ не є інвестиційними проектами (фінансуються за допомогою грантів Чорнобильського фонду «Укриття»), а оцінка вартості варіантів «раннього» демонтажу виконувалася тільки на ту частину, яка відрізняється складом робіт, ставка дисконтування при оцінці не використовувалася. Витрати на закупівлю необхідної кількості обігових транспортних контейнерів не враховувалися при оцінці вартості варіантів. Перелік обладнання, що відрізняється за складом (або іншим аспектом) при реалізації того чи іншого варіанта «раннього» демонтажу, наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Перелік обладнання (тільки по позиціях, які відрізняються)

Устаткування	Варіант 1	Варіант 2
ТЕБ	Закупівля/установка до 2020 р.	Закупівля/установка до 2031 р.
Тимчасовий повітряний шлюз	+	+
Кесон для дезактивації	+	+
Кесон для фрагментації	+	+
Система канатної алмазного різання типу Husqvarna	+	+
Щоковий подрібнювач	+	+
Гідравлічні ножиці алігаторного типу	+	+
Шліфувальна машина	+	+
Розрізувач бетону	+	+
Мийка високого тиску типу Karcher HDS 558C eco	+	+
Майданчик тимчасового зберігання радіоактивно забруднених матеріалів (МТЗ РЗМ)		
Автокран вантажопідйомністю 50 т (необхідність його використання буде уточнено на стадії робочого проекту)	-	+
Складський навантажувач вантажопідйомністю 20 т	-	+( придбано в рамках ПК-1)
Ємності-піддони для зберігання РЗБК (НСА-ДІВ)	-	+
Мобільна огорожа	-	+
Установка для нанесення пилезакріплюючих складів	-	+

Оцінка вартості реалізації варіантів (тільки по позиціях, які відрізняються) - «інтегрований демонтаж/поводження» та «демонтаж з відкладеним поведженням» - у поточних цінах на 10 квітня 2014 р., євро) наведена в табл. 5 і 6.

Таблиця 5. Оцінка вартості реалізації «раннього» демонтажу (тільки по позиціях, які відрізняються)  
Варіант 1 (2019 - 2023 рр.)

Найменування	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Устаткування ТЕБ	383934					
Трудовитрати (зарплата персоналу)	32206	6671	23066	10083		
Сумарні витрати	416140	6671	23066	10083		
Усього по варіанту 1	455960					

Таблиця 6. Оцінка вартості реалізації «раннього» демонтажу (тільки по позиціях, які відрізняються)  
Варіант 2 (2019 - 2032 рр.)

Найменування	2019	2020	2021	2022	2023 - 2030	2031	2032
Устаткування ТЕБ						448912	
Автокран		236019					
Мобільна огорожа		1535					
Установка для нанесення пилезакріплюючих складів		1801					
Піддони для РЗБК			71365	31197			
Трудовитрати (зарплата персоналу)		13725	41624	18196		33596	45516
Сумарні витрати	0	253081	112989	49392	0	482508	45516
Усього по варіанту 2	943485						

### Оцінка ризиків при реалізації варіантів «раннього» демонтажу

Для визначення величини ризиків  $p(t)$  при реалізації варіантів «раннього» демонтажу відповідно до [2] використовувалася система експертних оцінок. В якості експертів виступали особи, які брали участь в експертизі проектів, що здійснювались на проммайданчику ЧАЕС, і які знайомі з існуючою схемою поводження з РАВ на ЧАЕС і в зоні відчуження, а також планованими її змінами в найближчі 20 років.

Підсумкові результати представлено в табл. 7 та 8 для варіантів 1 і 2.

Таблиця 7. Підсумкові результати оцінки ризиків  $p_1(t)$  при реалізації варіантів «раннього» демонтажу для варіанта 1 (інтегрований демонтаж/поводження) у 2020 – 2022 рр.

Об'єкти по поводженню з РАВ на ЧАЕС і в зоні відчуження	2020	2021	2022
ПКОТРВ Лот 0: тимчасове сховище ВАВ та НСА-ДІВ, устаткування у СЖТВ (будинок 84 ЧАЭС)	1	1	1
ПКОТРВ Лот 2: завод по переробці твердих радіоактивних відходів (ЗПТРВ)	0,988	0,988	0,988
ПКОТРВ Лот 3: спеціально обладнане приповерхнє сховище для захоронення НСА-КІВ (СОПСТРВ)	1	1	1
ПЗРВ «Буряковка» (реконструкція і розширення до 120000 м <sup>3</sup> )	0,663	0,725	0,925
Додаткові установки по переробці металевих РАВ (машинний зал І черги ЧАЕС)	0,138	0,288	0,475
Комплекс «Вектор»: сховище типу ТРВ- ІІ (для захоронення НСА-КІВ «навалом»)	0,325	0,438	0,650
Тимчасове сховище ВАВ и НСА-ДІВ (машинний зал І черги ЧАЕС)	0,1	0,288	0,475
$p_1(t)$	0,602	0,675	0,788

Таблиця 8. Підсумкові результати оцінки ризиків  $p_2(t)$  при реалізації варіантів «раннього» демонтажу для варіанта 2 (демонтаж із відкладеним поводженням) у 2020 – 2032 рр.

Об'єкти по поводженню з РАВ на ЧАЕС і в зоні відчуження	2020	2021	2022	2031	2032
ПКОТРВ Лот 0: тимчасове сховище ВАВ&НСА-ДІВ, устаткування в СЖТВ (будинок 84 ЧАЭС)	1	1	1	1	1
ПКОТРВ Лот 2: ЗПТРВ	0,988	0,988	0,988	1	1
ПКОТРВ Лот 3: спеціально обладнане приповерхнє сховище для захоронення НСА-КІВ (СОПСТРВ)	1	1	1	1	1

Об'єкти по поводженню з РАВ на ЧАЕС і в зоні відчуження	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2031 р.	2032 р.
ПЗРВ «Буряковка» (реконструкція і розширення до 120000 м <sup>3</sup> )	0,663	0,725	0,925		
Додаткові установки по переробці металевих РАВ (машинний зал I черги ЧАЕС)				0,950	1
Комплекс «Вектор»: сховище типу ТРВ- II (для захоронення НСА-КІВ «навалом»)				0,975	1
Тимчасове сховище ВАВ і НСА-ДІВ (машинний зал I черги ЧАЕС)				0,950	1
$p_2(t)$	0,913	0,928	0,978	0,979	1

### Результати порівняльного аналізу двох варіантів «раннього» демонтажу

Аналіз "доз – витрат - вигоди" виконувався на основі «Методики проведення аналізу "доз – витрат - вигоди" для двох варіантів "раннього" демонтажу" [2], погодженої Державною інспекцією ядерного регулювання України.

У табл. 9 наведено показники ефективності в зазначений рік двох варіантів реалізації «раннього» демонтажу, розраховані відповідно до [2].

Таблиця 9. Показники ефективності

Рік	Критерії	
	$u_1(t)$	$u_2(t)$
2019	0,333	
2020	0,686	0,484
2021	0,699	0,498
2022	0,622	0,626
2023		0,668
2024		0,668
2025		0,668
2026		0,668
2027		0,668
2028		0,668
2028		0,668
2029		0,668
2030		0,668
2031		0,658
2032		0,430

Тоді показники узагальненої ефективності двох варіантів реалізації «раннього» демонтажу та їхня різниця будуть такими:  $U_1 = 0,585$ ,  $U_2 = 0,619$ ,  $U_1 - U_2 = -0,034$ .  $\Delta U = -0,034 < 0$ ; це означає, що варіант 2 (демонтаж із відкладеним поводженням) більш бажаний від варіанта 1 (інтегрований демонтаж/поводження). Якщо врахувати, що варіант 1 порівняно з варіантом 2 більш бажаний за вартістю приблизно у 2 рази (див. табл. 5 і 6) і по КЕД опромінення персоналу більше на 8 % (див. табл. 3), а в кінцевому підсумку варіант 1 виявляється менш привабливим, то очевидно, що ключовим фактором, що впливає на вибір варіанта демонтажу, є величина ризиків реалізації (у частині готовності інфраструктури щодо поводження з РАВ). Імовірності готовності інфраструктури щодо поводження з РАВ для варіанта 2 за всі роки близькі або дорівнюють 1, що свідчить про мінімальний ризик реалізації даного варіанта. Навпаки, ризики реалізації варіанта 1 високі й визначаються низькими ймовірностями готовності таких об'єктів інфраструктури:

додаткових установок машинного залу I черги ЧАЕС (з переробки металевих РАВ та тимчасові сховища ВАВ і НСА-ДІВ);

сховищ типу ТРВ-II комплексу «Вектор» для поховання НСА-КІВ «навалом».

Для проведення аналізу невизначеностей розглянуто зміну значення ймовірності  $p_1(t)$  для варіанта 1 на 25 % як у бік оптимістичного сценарію, так і бік песимістичного сценарію. Зазначені величини ймовірностей наведено в табл. 10.

Таблиця 10. Варіація значень ймовірностей для варіанта 1

Рік	$p_1(t) - 25 \%$	$p_1(t) + 25 \%$
2020	0,452	0,753
2021	0,506	0,844
2022	0,591	0,985

Показники узагальненої ефективності двох варіантів реалізації «раннього» демонтажу  $p_1(t) + 25 \%$  - оптимістичний сценарій):  $U_1 = 0,628$ ,  $U_2 = 0,619$ ,  $U_1 - U_2 = 0,009$ .

Показники узагальненої ефективності двох варіантів реалізації «раннього» демонтажу ( $p_1(t) - 25 \%$  - песимістичний сценарій):  $U_1 = 0,542$ ,  $U_2 = 0,619$ ,  $U_1 - U_2 = -0,077$ .

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що підвищення на 25 % ймовірності готовності низки об'єктів інфраструктури (додаткових установок машинного залу I черги ЧАЕС і сховищ комплексу «Вектор») призводить до того, що варіант 1 при  $p_1(t) + 25 \%$  стає кращим.

У разі песимістичного сценарію ( $p_1(t) - 25 \%$ ) перевага варіанта 2 зростає (показник узагальненої ефективності збільшується приблизно в 2,3 рази порівняно з аналогічним показником без варіації).

## Висновки

1. Варіант «інтегрований демонтаж/поводження» (варіант 1) у порівнянні з варіантом «демонтаж із відкладеним поводженням» (варіант 2) має кращі показники по вартості (приблизно у 2 рази) і КЕД опромінення персоналу (на 8 %). Варто відзначити, що при повній оцінці вартості (з урахуванням усіх видів/етапів діяльності по «ранньому демонтажу») показники для обох варіантів будуть відрізнятися незначно.

2. У той же час реалізація варіанта «інтегрований демонтаж/поводження» пов'язана з підвищеними ризиками у порівнянні з варіантом «демонтаж із відкладеним поводженням». Це обумовлено низькими ймовірностями готовності таких об'єктів інфраструктури (на період виконання демонтажних робіт 2020 - 2023 рр.):

додаткових установок машинного залу I черги ЧАЕС (з переробки металевих РАВ та тимчасові сховища ВАО і НСА-ДІВ);

сховищ типу ТРВ-II комплексу «Вектор» для поховання НСА-КІВ «навалом».

3. Порівняння узагальнених показників ефективності двох варіантів «раннього» демонтажу показало незначну перевагу (у межах точності оцінок) варіанта 2 над варіантом 1.

4. Незважаючи на те, що варіант 1 у порівнянні з варіантом 2 більш бажаний за вартістю і КЕД, у кінцевому підсумку він виявився менш привабливим. Це свідчить про те, що ключовим фактором (критерієм), що впливає на вибір варіанта «раннього» демонтажу, є величина ризиків реалізації (у частині готовності інфраструктури щодо поводження з РАВ).

5. На відмінну від вартості і КЕД, величини яких визначені досить коректно, значення ризиків реалізації варіантів оцінено експертним шляхом, що внесло деяку похибку в результати порівняння.

6. Виконаний аналіз невизначеностей, пов'язаних з експертною оцінкою ризиків, дав такі результати:

підвищення (на 25 %) імовірності готовності деяких об'єктів інфраструктури для поводження з РАВ (додаткових установок машинного залу I черги ЧАЕС, сховищ комплексу «Вектор») призводить до того, що кращим стає варіант 1;

пониження (на 25 %) імовірності готовності згаданих об'єктів збільшує перевагу варіанта 2.

7. Таким чином, виконаний порівняльний аналіз двох варіантів «раннього» демонтажу свідчить про те, що обидва варіанти в плані реалізації практично рівноцінні. При прийнятті остаточного рішення щодо вибору варіанта «раннього» демонтажу необхідно точніше оцінити потенційні ризики, пов'язані з готовністю інфраструктури щодо поводження з РАВ, з урахуванням реальних перспектив і джерел фінансування.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *SIP-P-PM-21-330-EXN-004-01*. Стратегия дальнейшей реализации проекта НБК», ред. 2 от 23.04.2004.
2. *SIP 09-2-001 NI 03 RPT 039 05*. Методика проведения анализа “доз – затрат - выгод” для двух вариантов “раннего” демонтажа.
3. *SIP03 1 003 07 DCR 001 05*. Проектные критерии и требования к инфраструктуре НБК для демонтажа нестабильных конструкций объекта «Укрытие».
4. *SIP 09-2-001 NI 03 RPT 036 07*. Методология переоценки состава нестабильных конструкций ОУ, подлежащих «раннему» демонтажу.
5. *SIP09-2-001 NI 03 RPT 037 03*. Отчет о переоценке состава нестабильных конструкций ОУ, подлежащих «раннему» демонтажу.
6. *30-224.205.007.ПЗ-02*. Анализ концептуальных проектных решений по "раннему" демонтажу нестабильных конструкций ОУ.
7. *SIP09-2-001 NI 03 RPT 035 02*. Исследование радиационной обстановки. Радиационное обследование конструкций, подлежащих «раннему» демонтажу. Обследование возможных площадок временного хранения РАО демонтажа и маршрутов их транспортировки из ЗПР на площадки хранения. Кн. 2.
8. *SIP-N-LI-22-E002-SCR-002-01/LCO-NKA-NSC-017-1-RU*. Отчет о соответствии требованиям санитарного законодательства. Лицензионный пакет ЛП-6 в рамках ПК-1.
9. *Картограмма* МЭД на пионерной стене в осях А-Д"/36-68 от 26.07.2013 г.
10. *SIP-K-00-22-L05\_-RSR-001-03*. Документ D18.1 «Отчет по оценке безопасности». Акт №5.2-РО о выполнении работ по измерению МЭД на участке возле временной защитной стены.
11. *41П-С*. Контрольные уровни радиационной безопасности.
12. *Порядок* расчета доз текущего и потенциального облучения персонала при планировании и проектировании работ на ОУ. - К.: Минздрав Украины, 2004.
13. *SIP-N-LI-22-A500\_-CDS-001-01*. Документ по безопасности в рамках концепции проекта ПК-1 НБК.

14. *Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы.*
15. *План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие». DD-306 Технологическое оборудование обращения с демонтируемыми элементами и сопутствующими РАО. 25.04.2003 г.*
16. *ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.*
17. *Стратегия преобразования объекта «Укрытие», принятая решением Межведомственной комиссией по комплексному решению проблем Чернобыльской АЭС, протокол №2 от 12 марта 2001 года.*
18. *2ПР-С. Интегрированная программа обращения с радиоактивными отходами на этапе прекращения эксплуатации ЧАЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.*
19. *Публикация 37 МКРЗ. Оптимизация радиационной защиты на основе анализа соотношения затраты-выгода. - М.: Энергоатомиздат, 1985.*
20. *Государственные гигиенические нормативы. НРБУ – 97. Минздрав Украины, 1997.*
21. *Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1981, 560 с.*
22. *Интегрированная программа обращения с радиоактивными отходами на этапе прекращения эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему. 2ПР-С, 2010, 100 с.*
23. *Уотермен Д. Руководство по экспертным системам / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. - 388 с.*
24. *Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.*
25. *Порядок расчета доз текущего и потенциального облучения персонала при планировании и проектировании работ на ОУ. - К.: Минздрав Украины, 2004.*

**В. В. Деренговский<sup>1</sup>, В. М. Рудько<sup>1</sup>, В. А. Говоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Кирова, 36а, Чернобыль, 07270, Украина*

<sup>2</sup>*Государственное специализированное предприятие "Чернобыльская АЭС", а/я 10, Славутич, 07100, Украина*

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА “ДОЗ-ЗАТРАТ-ВЫГОД” ДЛЯ ДВУХ ВАРИАНТОВ “РАННЕГО” ДЕМОНТАЖА НЕСТАБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТА “УКРЫТИЕ”**

Представлены результаты проведения сравнительного анализа “доз – затрат - выгод” для двух вариантов “раннего” демонтажа, выполненного на основе методики, согласованной Государственной инспекцией ядерного регулирования Украины.

*Ключевые слова:* методика, анализ “доз – затрат - выгод”, нестабильные конструкции, многокритериальный анализ, экспертные оценки, новый безопасный конфайнмент, объект “Укрытие”.

**V. V. Derengovskiy<sup>1</sup>, V. M. Rudko<sup>1</sup>, V. A. Govorov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants NAS of Ukraine, Kirova str., 36a, Chornobyl, 07270, Ukraine*

<sup>2</sup>*State Specialized Enterprise "Chernobyl NPP", p/b 10, Slavutich, 07270, Ukraine*

#### **METHODOLOGY FOR THE COMPARATIVE ANALYSIS OF "DOSE – COST – BENEFIT" FOR THE TWO OPTIONS "EARLY" DECONSTRUCTION OF UNSTABLE STRUCTURES OF THE "UKRYTTYA" OBJECT**

We consider the construction methodology for the comparative analysis of "dose – cost – benefit" for the two options "early" dismantling of unstable structures of the "Ukryttya" object based on multi-criteria analysis, and expert assessments.

*Keywords:* methods of analysis "dose – cost – benefit", unstable structures, multi-criteria analysis, expert evaluation, new safe confinement, the "Ukryttya" object.

#### **REFERENCES**

1. *SIP-P-PM-21-330-EXN-004-01. Strategy for the further implementation of the NSC», ver. 2 of 23.04.2004.*
2. *SIP 09-2-001 NI 03 RPT 039 05. The methodology of the analysis of "dose-cost-benefit" analysis for both “Early” deconstruction options.*
3. *SIP03 1 003 07 DCR 001 05. Design criteria and requirements for infrastructure NSC for deconstruction of unstable structures of the "Ukryttya" object.*
4. *SIP 09-2-001 NI 03 RPT 036 07. Methodology revaluation composition "Ukryttya" object unstable structures to be "early" deconstruction.*
5. *SIP09-2-001 NI 03 RPT 037 03. Report on the composition of the re-evaluation of unstable structures "Ukryttya" object, to be "early" removal.*
6. *30-224.205.007.ПЗ-02. Analysis of conceptual design solutions for "early" deconstruction of unstable structures "Ukryttya" object. (Rus)*

7. *SIP09-2-001 NI 03 RPT 035 02*. The study of radiation environment. Radiation survey designs to be "early" removal. A survey of possible sites for temporary storage of waste removal and transportation routes from the RAW on site storage. Book 2.
8. *SIP-N-LI-22-E002-SCR-002-01/LCO-NKA-NSC-017-1-RU*. Report on compliance with the sanitary legislation. The license package LP-6 under the SC-1.
9. *Cartogram* DER pioneer on the wall in the axes А-Д"/36-68 of 26.07.2013. (Rus)
10. *SIP-K-00-22-L05\_-RSR-001-03*. Document D18.1 «Safety assessment report" Act №5.2-RO on the implementation of measuring the dose rate at the site near the temporary protective wall.
11. *4111-C*. Reference levels of radiation safety. (Rus)
12. *The procedure for calculating doses of current and potential exposure of the personnel in the planning and design work at the "Ukryttya" object*. - To: The Ministry of Health of Ukraine, 2004. (Rus)
13. *SIP-N-LI-22-A500\_-CDS-001-01*. Document security within the concept of the project NSC CS-1.
14. *Common standards and rates for construction, installation and repair and construction work*. (Rus)
15. *Implementation Plan "Ukryttya" object*. DD-306 Process equipment handling dismantled elements and associated waste. 25.04.2003. (Rus)
16. *ГОСТ 12.1.005-88*. General hygiene requirements to the working zone. (Rus)
17. *The strategy of transformation "Ukryttya" object*, adopted by decision of the Interdepartmental Commission for a comprehensive solution to the problems of the Chernobyl nuclear power plant, the protocol №2 from March 12, 2001. (Ukr)
18. *2111-C*. The integrated program for radioactive waste management at the stage of decommissioning the Chernobyl NPP and transforming the "Ukryttya" object into an ecologically safe system. (Rus)
19. *ICRP, 1983*. Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection. ICRP Publication 37. Ann. ICRP 10 (2-3).
20. *Norms of Radiation Safety (NRBU-97)*. The Ministry of Health of Ukraine, 1997. (Ukr)
21. *Ralph L. Keeney, Howard Raiffa*. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley & Sons, Inc., 1976.
22. *The integrated program for radioactive waste management at the stage of decommissioning the Chernobyl NPP and transforming the "Ukryttya" object in an environmentally safe system*. 2PR C-2010, 100 p. (Rus)
23. *Donald A. Waterman*. A guide to expert systems. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1985.
24. *Saaty T. L*. The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, 1980.
25. *The procedure for calculating doses of current and potential exposure of the personnel in the planning and design work at the Shelter*. - Kyiv: The Ministry of Health of Ukraine, 2004. (Rus)

Надійшла 05.06.2015  
Received 05.06.2015