

Н. И. Проскура<sup>1</sup>, В. М. Шестопапов<sup>2</sup>,  
Л. И. Зинкевич<sup>1</sup>, Ю. А. Шибецкий<sup>2</sup>,  
З. М. Алексеева<sup>3</sup>, Е. И. Жебровская<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Государственное агентство Украины по управлению  
Чернобыльской зоной отчуждения, г. Чернобыль, Украина

<sup>2</sup>Научно-инженерный центр радиогидрогеоэкологических  
полигонных исследований НАН Украины, г. Киев, Украина

<sup>3</sup>Государственный научно-технический центр по ядерной  
и радиационной безопасности, г. Киев, Украина

<sup>4</sup>Институт геохимии окружающей среды НАН Украины,  
г. Киев, Украина

## Оценка эффективности внедрения в Украине новой схемы классификации радиоактивных отходов

Проведена оценка распределения радиоактивных отходов Украины по классам в соответствии с предложенной в ходе реализации проекта INSC U4.01/08-С «Усовершенствование системы классификации РАО в Украине» новой схемой классификации (НСК) для повышения эффективности захоронения РАО. Показано, что внедрение НСК приведет к ощутимому снижению затрат на захоронение РАО при безусловном соблюдении целей безопасности, однако предполагает усовершенствование методов сортировки и характеристики потоков отходов на площадках производителей, а также внесение ряда изменений в действующие законодательно-нормативные документы.

Ключевые слова: классификация радиоактивных отходов; классы; уровни освобождения; сортировка; характеристика.

**М. І. Проскура, Л. І. Зинкевич, В. М. Шестопапов,  
Ю. О. Шибецкий, З. М. Алексеева, К. І. Жебровська**

### Оцінка ефективності впровадження в Україні нової схеми класифікації радіоактивних відходів

Проведено оцінку розподілу радіоактивних відходів України за класами відповідно до запропонованої в ході реалізації проекту INSC U4.01/08-С «Удосконалення системи класифікації РАВ в Україні» нової схеми класифікації (НСК) для підвищення ефективності захоронення РАВ. Показано, що впровадження НСК сприятиме суттєвому зменшенню витрат на захоронення РАВ за безумовного дотримання цілей безпеки, однак передбачає удосконалення методів сортування і характеристики потоків відходів на майданчиках виробників, а також внесення ряду змін до чинних нормативно-законодавчих документів.

Ключові слова: класифікація радіоактивних відходів; класи; рівні звільнення; сортування; характеристика.

© Н. И. Проскура, В. М. Шестопапов, Л. И. Зинкевич, Ю. А. Шибецкий,  
З. М. Алексеева, Е. И. Жебровская, 2015

**П**редложения, касающиеся изменения действующей в Украине схемы классификации радиоактивных отходов (РАО) по критерию допустимости их захоронения в хранилищах разных типов, обсуждались ранее в статьях [1, 2]. Эти предложения, разработанные в ходе выполнения проекта INSC U4.01/08-С «Усовершенствование системы классификации РАО в Украине», изложены в [3]: показано, что применение для обращения с радиоактивными отходами схемы классификации, основанной на долгосрочных рисках захоронения, позволит избежать захоронения больших объемов РАО в дорогостоящих хранилищах. Тем самым обеспечивается возможность использования более экономичных способов захоронения по сравнению с теми, которые соответствуют действующей в Украине классификации. Проанализированы также подходы к установлению границ между классами модифицированной схемы классификации.

Настоящая работа является развитием публикации [1] и посвящена обоснованию экономической целесообразности внедрения в Украине новой схемы классификации (НСК) РАО.

### Отличия и преимущества новой схемы классификации РАО

Согласно действующим нормативным документам Украины, РАО подразделяются на группы (по критериям уровней изъятия), категории (по критерию удельной активности), виды (в соответствии с видом РАО-генерирующих производств) и типы (по критериям допустимого типа захоронения) [4–6].

В действующей классификации выделены два типа РАО: краткосуществующие и долгосуществующие. РАО первого типа могут быть захоронены в поверхностных или приповерхностных хранилищах, а РАО второго типа — в стабильных глубоких геологических формациях [4–6]. Для разделения РАО на типы необходимо выполнить оценку ожидаемых через 300 лет после их захоронения доз потенциального облучения населения при консервативных сценариях облучения. Далее полученные значения доз сопоставляются с референтными уровнями, установленными в [5].

Национальными нормативными документами непосредственная связь между группами, категориями, видами и типами РАО не установлена. Отсутствует также четкая и однозначная преемственность критериев классификации, применяемых производителями отходов, и критериев разделения РАО по типу допустимого захоронения. Так, сортировка РАО на категории (низко-, средне- и высокоактивные) направлена, главным образом, на обеспечение безопасности персонала при операциях обращения с РАО и фактически не учитывает допустимый тип захоронения. Это может привести к необходимости повторной сортировки отходов, их дополнительного кондиционирования и переупаковки перед захоронением. Соответственно, дополнительные работы повлекут за собой дополнительные затраты на захоронение. Не отражена в действующих нормативных документах и специфика классификации и захоронения РАО чернобыльского происхождения.

В [3] предложено пересмотреть подходы к классификации РАО в целях захоронения с тем, чтобы с первых шагов обращения сортировать отходы на потоки с учетом допустимого способа захоронения. Для этого нужно «переклассифицировать» отходы, относящиеся к категориям низко-, средне- и высокоактивных, которые установлены действующей классификацией [5, 6], и распределить

их по классам в зависимости от времени потенциальной опасности отходов. Такая схема классификации обеспечит выбор оправданного экономически способа обращения с РАО, учитывающего согласованность и взаимосвязь всех операций до захоронения включительно.

Согласно современным подходам к оптимизации систем захоронения РАО [7, 8], в НСК радиоактивные отходы подразделяют на четыре класса: очень низкоактивные отходы (ОНАО), низкоактивные (НАО), среднеактивные (САО) и высокоактивные (ВАО) [1, 3]. Выделение этих классов обусловлено возможностью захоронения РАО с определенными радиологическими характеристиками в хранилищах одного из четырех типов: поверхностных, без сложной системы инженерных барьеров (аналог полигонов, которые используются для захоронения бытовых отходов); приповерхностных с системой инженерных барьеров; подземных на промежуточных глубинах; глубинных геологических. Таким образом, численными границами между классами РАО выступают критерии приемки отходов (КПО) на захоронение в хранилища различного типа.

Кроме этого, НСК содержит два класса РАО, объединяющих: а) отработанные источники ионизирующего излучения (ОИИИ); б) отходы, содержащие природные радионуклиды (ПРМ-отходы в терминологии МАГАТЭ) [7]. Помимо перечисленных выше классов РАО, в НСК выделяется класс отходов, при обращении с которыми можно не учитывать их радиологические характеристики, — так называемые нерадиоактивные, или изъятые, отходы.

Для решения проблемы захоронения огромных объемов ОНАО и НАО чернобыльского происхождения предложено установить специальные КПО. Эти КПО будут менее ограничивающими по удельной активности долгоживущих нуклидов. Применение таких КПО может быть оправдано лишь в отношении отходов аварийного происхождения и при условии их захоронения в соответствующих хранилищах РАО в Чернобыльской зоне отчуждения (ЧЗО), где запрещено проживание населения и получение сельскохозяйственной продукции [9].

Таким образом, основные отличия между новой и старой схемами классификации состоят в расширении возможных

вариантов захоронения РАО. Иными словами, вместо двух типов РАО вводятся шесть классов РАО, которые могут быть захоронены в одном из четырех типов хранилищ.

#### Предварительная оценка распределения РАО по классам НСК

Прогнозные оценки распределения объемов РАО по классам согласно НСК основаны на сведениях об объемах и характеристиках РАО по состоянию на 01.07.2011, которые приведены в четвертом Национальном докладе Украины «Про виконання Україною зобов'язань, що випливають з Об'єднаної Конвенції про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами» [10].

**Распределение по классам НСК радиоактивных отходов, образующихся в штатном режиме эксплуатации объектов ядерной энергии.** В табл. 1 обобщены данные [11] по суммарным объемам накопленных и прогнозируемых в Украине отходов разных категорий (НАО, САО и ВАО), которые возникают в штатном режиме эксплуатации объектов ядерной энергии. Обобщение выполнено согласно действующей классификации [5, 6]: все отходы разделены на два типа по критериям допустимости захоронения в хранилищах разного типа. При этом предполагалось, что к краткосуществующим (захоронение в поверхностных хранилищах) будут отнесены отходы категорий НАО и САО, а к долгосуществующим (захоронение в геологическом хранилище) — отходы категории ВАО. Можно ожидать, что часть НАО и САО будут отнесены к долгосуществующим РАО, если содержание долгоживущих радионуклидов в их составе превысит допустимые концентрации для захоронения в приповерхностных хранилищах. С другой стороны, некоторая доля ВАО (например, в случае  $^{60}\text{Co}$ -содержащих РАО) не обязательно потребует захоронения в геологических хранилищах.

При прогнозных оценках распределения твердых РАО по классам НСК использован опыт ряда стран Западной Европы, которые ввели в классификацию класс ОНАО. Оценки основывались на следующих предположениях:

Таблица 1. Обобщенные данные по объемам РАО, образующимся в штатном режиме, согласно действующей классификации [10]

Источник РАО	Категории		
	НАО	САО	ВАО
Эксплуатация АЭС, м <sup>3</sup>	90 870	4235	364
Эксплуатация ЧАЭС, м <sup>3</sup>	1069	926	507
Снятие с эксплуатации АЭС, м <sup>3</sup>	34 450	4570	2425
Снятие с эксплуатации ЧАЭС, м <sup>3</sup>	22 000	3950	3000
Переработка ОЯТ в России, м <sup>3</sup>			2695
Неперерабатываемое ОЯТ, т			2396
Предприятия ГК УкрГГО «Радон», м <sup>3</sup>	<b>5000</b>	<b>706</b>	
<b>Итого</b>	<b>153 389</b>	<b>14 387</b>	<b>8991 м<sup>3</sup> +2936 т</b>
<b>Способ захоронения</b>	<b>Поверхностное/приповерхностное хранилище</b>		<b>Глубокое геологическое хранилище</b>
<b>Всего</b>	<b>167 776 м<sup>3</sup></b>		<b>8991 м<sup>3</sup> +2396 т</b>

Таблица 2. Прогноз распределения объемов РАО, образующихся в штатном режиме, по классам НСК [10]

Источник РАО	Классы			
	ОНАО	НАО	САО	ВАО
Эксплуатация АЭС, м <sup>3</sup>	42 100	53 005	364	
Эксплуатация ЧАЭС, м <sup>3</sup>	430	1565	507	
Снятие с эксплуатации АЭС, м <sup>3</sup>	19 500	19 500	2425	
Снятие с эксплуатации ЧАЭС, м <sup>3</sup>	15 000	15 000	3 000	
Переработка ОЯТ в России, м <sup>3</sup>			1 565	1 130
Неперерабатываемое ОЯТ, т				2 396
Предприятия ГК УкрГО «Радон», м <sup>3</sup>		5 706		
<b>Всего</b>	<b>77 030</b>	<b>94 776</b>	<b>7 861</b>	<b>1 130 м<sup>3</sup>+2 936 т ОЯТ</b>
<b>Способ захоронения</b>	<b>Поверхностное хранилище</b>	<b>Приповерхностное хранилище</b>	<b>Геологическое хранилище на промежуточной глубине</b>	<b>Глубокое геологическое хранилище</b>

интенсивность накопления необработанных радиоактивных отходов на АЭС остается неизменной;

усредненный радионуклидный состав ТРО идентичен для всех АЭС (за исключением ЧАЭС);

к ОНАО могут быть отнесены до 40 % объема РАО категории НАО, которые образовались при эксплуатации АЭС до введения НСК;

к ОНАО будут отнесены 50 % объема РАО категории НАО, которые возникнут при эксплуатации АЭС после введения НСК, и 50 % — образующихся при снятии с эксплуатации АЭС (эти допущения основаны на практическом опыте эксплуатации и снятия с эксплуатации АЭС Швеции и Франции в 2011–2012 годах);

оставшаяся часть отходов категорий НАО и САО попадут в класс «низкоактивные отходы», которые по новой схеме классификации будут приемлемыми для захоронения в приповерхностных хранилищах;

к классу САО отнесены отходы, которые согласно действующей классификации относились к подкатегории низкотемпературных ВАО\*;

к классу ВАО отнесены тепловыделяющие отходы\*\*;

в этот класс попадут также высокоактивные отходы, которые возникнут в результате переработки отработанного ядерного топлива реакторов ВВЭР;

большинство твердых РАО и отвержденных жидких РАО хранилищ спецкомбинатов ГП УкрГО «Радон» попадут в класс НАО, а отработавшие источники будут отнесены к различным классам (НАО, САО и ВАО) в зависимости от характеристик источников и оценок безопасности будущих хранилищ.

Обобщенные данные по объемам отходов согласно определению классов РАО в НСК с указанием оптимального типа захоронения приведены в табл. 2 [11]. Для более детального анализа распределения отходов по классам НСК

\* Низкотемпературные ВАО — высокоактивные РАО, удельное тепловыделение которых в местах временного хранения или захоронения не превышает 2 кВт·м<sup>3</sup> [6].

\*\* Тепловыделяющие ВАО — высокоактивные РАО, удельное тепловыделение которых составляет 2 кВт·м<sup>3</sup> и больше [6]. В класс «ВАО» также могут быть отнесены некоторые ОИИИ. Однако для корректного разделения ОИИИ по классам необходимо учитывать тип и активность конкретного источника.

недостаточно имеющихся данных о нуклидном составе. Некоторая часть отходов, выделенных в класс САО, возможно, впоследствии будет отнесена к классу НАО. В дальнейшем для уточнения объемов НАО потребуются провести более детальную оценку на соответствие общим критериям приемлемости (с учетом радионуклидного состава) для захоронения в приповерхностном хранилище.

**Распределение по классам НСК аварийных РАО.** Обобщенные данные об объемах РАО аварийного происхождения разных категорий, с разделением их на типы [11], приведены в табл. 3. Обобщение выполнено для трех потоков отходов:

I — отходы, находящиеся в объекте «Укрытие», на его промплощадке и промплощадке ЧАЭС;

II — отходы, которые размещены в пунктах захоронения РАО (ПЗРВ) и пунктах временной локализации РАО (ПВЛРО) в пределах ЧЗО;

III — отходы, захороненные в ПВЛРО вне ЧЗО.

Отметим, что в ЧЗО имеется также значительное количество радиоактивно-загрязненных материалов — элементов ландшафтов (растительность, почвы, донные осадки и т. п.). Далее эти материалы не рассматриваются, так как предполагается, что они могут быть освобождены в будущем на основании особых уровней изъятия, применяемых в ЧЗО.

Для указанных потоков отходов оценки распределения по классам НСК (табл. 4) основывались на следующих допущениях.

Для потока I принималось, что в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ [7] к классу САО будут отнесены все РАО, удельная активность альфа-излучающих радионуклидов в которых превышает 400 Бк/г, но тепловыделение ниже 2 кВт/м<sup>3</sup>. С учетом этого в новый класс САО будут отнесены все отходы категории ВАО, за исключением топливосодержащих материалов (ТСМ), свежего и отработанного ядерного топлива;

отходы категории САО будут отнесены в новый класс НАО;

отходы категории НАО будут распределены по классам НАО и ОНАО в пропорции 50 на 50 % и захоронены в хранилищах ЧЗО, для которых должны быть установлены специальные критерии приемки.

Таблица 3. Обобщенные данные объемов аварийных отходов в Украине в соответствии с действующей классификацией [11]

Источник РАО	Категории		
	НАО	САО	ВАО
Объект «Укрытие», его промплощадка и промплощадка ЧАЭС, м <sup>3</sup>	731 540	349 360	44 000
Неперерабатываемое ОЯТ*, т			20
Хранилища зоны отчуждения, м <sup>3</sup>	630 334	317 900	7920
Хранилища вне зоны отчуждения, м <sup>3</sup>	172 000		
<b>Итого</b>	<b>1533874</b>	<b>667260</b>	<b>51920 м<sup>3</sup> +20 т ОЯТ</b>
<b>Способ захоронения</b>	<b>Поверхностное/ приповерхностное хранилище</b>	<b>Глубокое геологическое хранилище</b>	
<b>Всего</b>	<b>1533874 м<sup>3</sup></b>	<b>719 180 м<sup>3</sup> + 20 т ОЯТ</b>	

\* Неперерабатываемое ОЯТ включает отработавшее ОЯТ Южного бассейна выдержки энергоблока № 4 ЧАЭС и свежее топливо из Центрального зала.

Таблица 4. Прогноз распределения аварийных отходов по классам НСК [11]

Источник РАО	Классы			
	ОНАО	НАО	САО	ВАО
Объект «Укрытие», его промплощадка и промплощадка ЧАЭС, м <sup>3</sup>	549 500	549 500	44 000	
Неперерабатываемое ОЯТ, т				20
Хранилища зоны отчуждения, м <sup>3</sup>	630 334	317 900	7920	
Хранилища вне зоны отчуждения, м <sup>3</sup>	172 000			
<b>Всего</b>	<b>1351834</b>	<b>867 400</b>	<b>51 920</b>	<b>20 т ОЯТ</b>
<b>Способ захоронения</b>	<b>Поверхностное хранилище</b>	<b>Приповерхностное хранилище</b>	<b>Геологическое хранилище на промежуточной глубине</b>	<b>Глубокое геологическое хранилище</b>

При прогнозных оценках распределения объемов РАО по классам НСК для потоков II и III использовался подход, основанный на анализе последствий пяти консервативных референтных сценариев потенциального облучения через 300 лет после захоронения\* [11]. В качестве критерия оценки для разделения категорий НАО и САО потока II на классы ОНАО и НАО использовали значения референтных уровней потенциального облучения: 1 мЗв/год — для хранилищ ОНАО, 50 мЗв/год — для хранилищ НАО\*\*.

\* Срок, в течение которого приповерхностные хранилища РАО должны достигать условий ограниченного или полного освобождения от регулирующего контроля, установленных в [5].

\*\* Дозовым ограничением для принятия решения о возможности захоронения РАО в поверхностных/приповерхностных хранилищах согласно результатам расчета последствий референтных сценариев является годовая эффективная доза потенциального облучения населения 50 мЗв/год [5]. Согласно [5], при годовой дозе в диапазоне от 1 до 50 мЗв/год на момент 300 лет после захоронения для приповерхностных хранилищ должны устанавливаться специальные требования, или дополнительные ограничения, на период времени, пока дозы не снизятся до 1 мЗв/год. Для хранилищ в ЧЗО, загрязненной долгоживущими радионуклидами, можно полагать, что существование ЧЗО в течение определенного длительного периода времени может рассматриваться как специальное требование, позволяющее ограничить последствия определенных сценариев (например, при существовании ЧЗО будут поддерживаться ограничения на ведение

При прогнозных оценках объемов РАО потока II, которые могут быть отнесены к классу ОНАО или НАО, использованы расчеты, приведенные в [14], для установления КП РАО для захоронения в хранилище траншейного типа «Буряковка», расположенном в ЧЗО, с учетом референтного состава облученного топлива реактора РБМК. В соответствии с [14], содержание в составе РАО альфа-излучающих радионуклидов не должно превышать максимально допустимого значения 6 кБк/кг.

Для отнесения к классу ОНАО или НАО отходов потока III, захороненных вне ЧЗО, принималось, что на момент освобождения хранилищ от контроля должны выполняться условия полного освобождения от регулирующего контроля\*\*\*. В этом случае максимально допустимая удельная активность трансурановых радионуклидов ограничивается значением 0,1 кБк/кг (на момент освобождения).

хозяйственной деятельности в непосредственной близости от хранилища, что уменьшает вероятность сценариев водопользования) [12, 13].

\*\*\* Условия полного освобождения РАО в хранилищах [5] включают: 1) непревышение уровней изъятия по группам радионуклидов в составе РАО; 2) непревышение квоты лимита дозы 0,01 мЗв/год текущего облучения; непревышение референтного уровня 1 мЗв/год потенциального облучения.

**Экономический эффект от внедрения НСК.** Для оценки экономического эффекта от внедрения НСК будем полагать, что стоимость захоронения 1 м<sup>3</sup> РАО в ряду ОНАО—НАО—САО—ВАО возрастает пропорционально 1:10:100:1000 соответственно. Исходя из этого предположения, а также используя прогноз распределения РАО по классам НСК (см. табл. 1—4), рассчитаем стоимость захоронения НАО, САО и ВАО, выразив ее в относительных единицах (о.е.), приведенных к стоимости захоронения 1 м<sup>3</sup> ОНАО.

На рис. 1 приведены результаты расчета стоимости захоронения (в относительных единицах) всех накопленных в Украине РАО и тех, что будут генерироваться в будущем, для разных вариантов захоронения. Для сравнения полагалось, что при захоронении всех РАО будут использованы либо два типа хранилищ (согласно действующей

классификации), либо короткоживущие отходы, выделенные действующей классификацией, будут «переклассифицированы» на классы ОНАО и НАО для захоронения в поверхностных и приповерхностных хранилищах, соответственно, при совместном захоронении САО и ВАО в глубинном геологическом хранилище.

Во втором варианте, помимо отдельного захоронения ОНАО и НАО, дополнительно рассматривалось также отдельное захоронение отходов, относящихся к классам САО (на промежуточной глубине) и ВАО (в глубинном геологическом хранилище).

Как видно из рис. 1, затраты на захоронение при использовании действующей классификации (746 млн о.е.) снижаются до 70 млн о.е. за счет выделения в НСК класса ОНАО. Создание хранилища на промежуточной

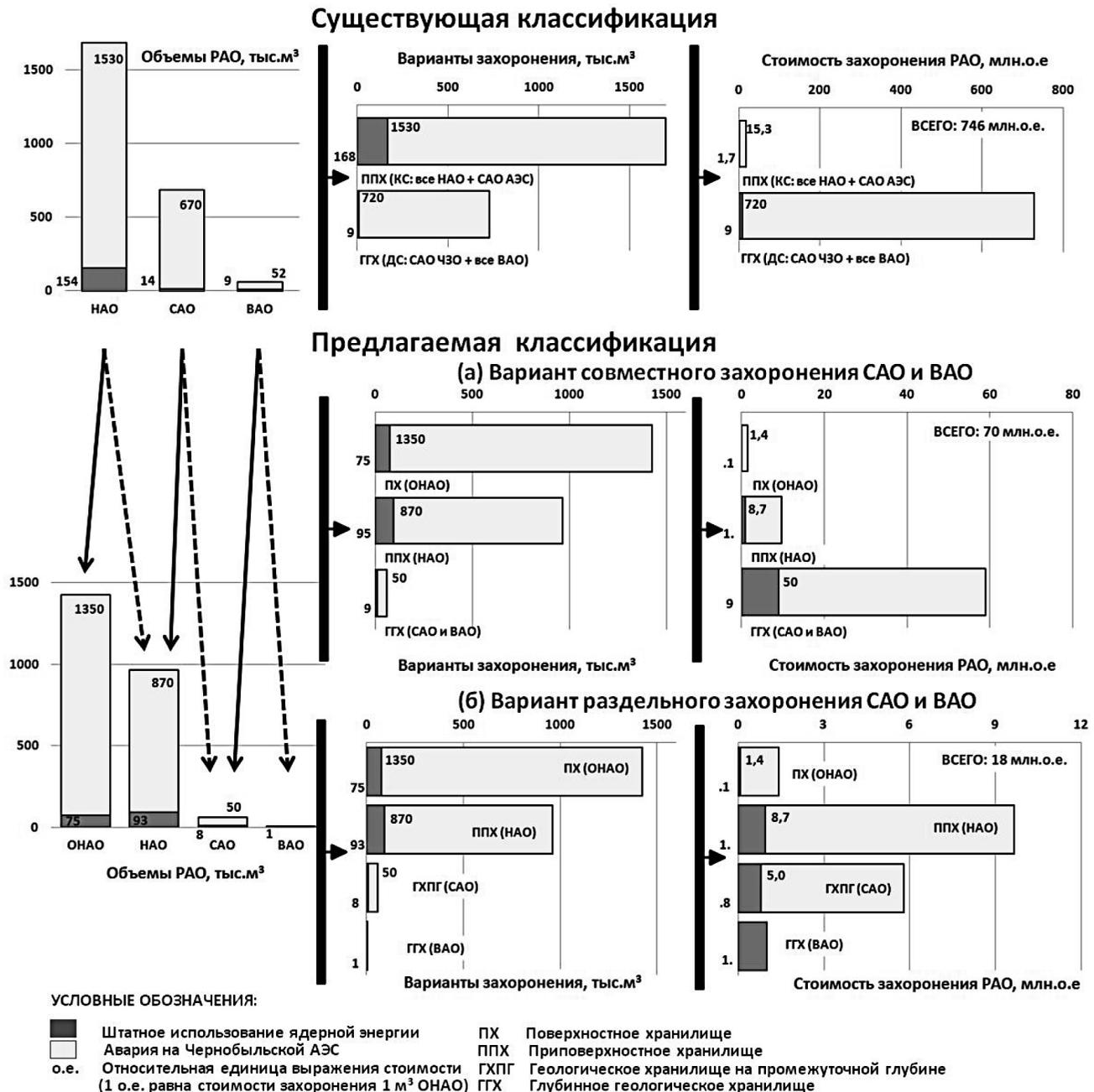


Рис. 1. Сопоставление существующей и предлагаемой классификаций по объемам РАО, вариантам их захоронения и относительным затратам на захоронение

глубине позволит сократить общие расходы на захоронение до 18 млн о.е. Несмотря на то что проведенный расчет весьма груб, четко прослеживается тенденция снижения общих затрат при использовании для захоронения не двух, а трех, и, тем более, четырех типов хранилищ для выделенных НСК классов РАО. При этом наибольшее сокращение расходов на захоронение ожидается в связи с изменением подходов к захоронению аварийных отходов.

Таким образом, существуют очень серьезные экономические основания ввести новую систему классификации отходов в Украине.

Очевидно, что на начальном этапе внедрение НСК в систему обращения с РАО потребует дополнительных затрат, связанных с необходимостью разработки и внесения изменений в национальные законодательные и нормативные документы в сфере регулирования ядерной и радиационной безопасности, а также с необходимостью внедрения новой классификации в практику обращения с РАО.

В [15] отмечено, что внедрение НСК целесообразно реализовать внесением дополнений в Закон Украины «Об обращении с РАО» [4]. Это позволит инициировать цепочку соответствующих изменений в сопряженных законах и нормативных документах, в том числе в НРБУ-97/Д-2000 и ОСПУ-2005 [5, 6]. В то же время очевидно, что процесс внесения изменений в нормативно-законодательную базу Украины потребует не столько финансовых затрат, сколько значительных усилий и времени для согласования предложенных изменений всеми заинтересованными сторонами.

После введения в национальную нормативно-правовую базу основных положений НСК процесс ее внедрения в практику обращения с отходами будет связан с разработкой предварительных критериев приемки отходов для захоронения, уточнением численных границ между отдельными классами, внедрением новой схемы классификации в практику обращения с отходами на площадках производителей РАО.

Большая часть отходов, накопленных в Украине, не охарактеризована и не отсортирована должным образом с учетом требований захоронения. Таким образом, после введения новой схемы классификации будут необходимы дополнительные работы по характеристике и сортировке накопленных отходов. Для оптимизации схемы обращения с РАО целесообразно также определять характеристики генерируемых отходов непосредственно в местах образования. Такой подход, безусловно, повлечет за собой и дополнительные затраты на создание необходимых измерительных комплексов и узлов сортировки у производителей отходов.

Проведение надлежащей характеристики и сортировки РАО обеспечит, в первую очередь, полную «захораниваемость» отходов. Применяя при характеристике и сортировке требования будущего захоронения РАО, вытекающие из новой схемы классификации, можно объединить решение проблемы будущего захоронения отходов с существенными экономическими преимуществами предложенной НСК. Поэтому регулирующие органы должны как можно скорее четко определить и ограничить количество накопленных отходов, которые будут извлечены и захоронены без сортировки как более опасные отходы. В ответ на эти директивы производители отходов должны будут тщательно разделить отдельные потоки отходов из различных источников (например, путем сбора их в отдельные упаковки), чтобы иметь возможность позже

применить усовершенствованные процессы характеристики и кондиционирования.

Таким образом, в связи с внедрением НСК потребуются дополнительные расходы, связанные с определением характеристик отходов и их сортировкой. Однако такие затраты неизбежны и при использовании действующей классификации, поскольку для каждого типа хранилища устанавливаются критерии приемки, содержащие требования к характеристикам отходам [16, 17], а для проверки соответствия РАО критериям приемки отходов в любом случае потребуется проводить определение характеристик отходов.

## Выводы

Основные отличия в предлагаемой и действующей схемах классификации состоят в расширении возможных вариантов захоронения РАО: вместо двух типов РАО в действующей классификации вводится шесть классов РАО, которые могут быть захоронены в одном из четырех типов хранилищ.

Внедрение новой схемы классификации в практику обращения с РАО позволит существенно уменьшить затраты на захоронение благодаря использованию более экономичных вариантов захоронения.

Отсутствие преемственности в классификациях РАО, применяемых с момента их образования и до захоронения включительно, может приводить к дополнительным затратам из-за необходимости дополнительной характеристики, повторной сортировки или переупаковки отходов перед захоронением. Однако такие расходы не являются следствием внедрения новой схемы классификации, а обусловлены необходимостью демонстрации соответствия характеристик конкретных РАО критериям приемки отходов на захоронение.

## Список использованной литературы

1. Схема классификации радиоактивных отходов для обеспечения долгосрочной безопасности захоронения / Н. И. Проскура, В. М. Шестопапов, Л. И. Зинкевич, Ю. А. Шибекский, З. М. Алексеева, Е. И. Жебровская // Ядерна та радіаційна безпека. — 2014. — Вип. 2 (62). — С. 37–43.
2. Обмеження діючої в Україні класифікації радіоактивних відходів при вирішенні проблеми їх захоронення / Ю. О. Шибекський, В. М. Шестопапов, К. І. Жебровська, О. О. Бондаренко // Бюл. екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення: Чорнобильський наук. вісник. — К. : Чорнобильінтерінформ, 2008. — № 1(31). — С. 35–42.
3. Предложения по внедрению новой системы классификации РАО в регуляторную структуру Украины / проект INSC — U4.01/08-C, ноябрь 2012. — Электронно-оптический диск (CD-ROM).
4. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). — 1995. — № 27. — Ст. 198.
5. Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000). Державні гігієнічні нормативи : ДГН 6.6.1-6.5.061-2000. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.uazakon.com/documents/date\\_ck/pg\\_gbnooc/index.htm](http://www.uazakon.com/documents/date_ck/pg_gbnooc/index.htm)
6. Державні санітарні правила 6.177-2005-09-02: Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005). — Затв. наказом МОЗ України № 54 від 02.02.05 р. // Офіц. вісник України. — 24.06.2005. — № 23. — 197 с. — Ст. 1322.
7. Classification of Radioactive Waste : Safety Guide. — Vienna : IAEA, 2009. — 68 p. — (IAEA Safety Standarts, No. GSG-1).

8. Disposal of Radioactive Waste. — Vienna : International Atomic Energy Agency, 2011. — 104 p. — (IAEA Safety Standards Series No. SSR-5).

9. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» // Відомості Верховної Ради УРСР (ВВР). — 1991. — № 16. — Ст. 198.

10. Національна доповідь «Про виконання Україною зобов'язань, що випливають з Об'єднаної Конвенції про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами. — К., 2011. — 118 с.

11. Проект INSC — U4.01/08-C. Усовершенствование системы классификации радиоактивных отходов в Украине : Отчет по задаче 6. Оценка влияния внедрения новой схемы классификации отходов в Украине. — 2012. — 98 с.

12. Комплексна оцінка безпеки поводження з радіоактивними відходами на майданчику «Вектор» / З. М. Алексева, С. М. Кондратьев, Є. О. Николаев, О. А. Миколайчук, О. А. Макаровська, Н. В. Рибалка // Ядерна та радіаційна безпека. — 2013. — Вип. 2 (58). — С. 43–48.

13. Проект INSC UK/TS/39. Технічна підтримка Держатомрегулювання та його АТП щодо розвитку їх можливостей на основі провідних західноєвропейських принципів та практик безпеки. Підзавдання 1а : Керівництво з оцінки загального впливу майданчика «Вектор» з багатьма об'єктами, призначеними для переробки, зберігання та захоронення радіоактивних відходів. — К., березень 2013.

14. Анализ соответствия РАО, подлежащих захоронению в ПЗРО «Буряковка», требованиям радиационно-гигиенических регламентов НРБУ 97/Д-200 / НИИ радиационной защиты Академии мед. наук Украины. — К., 2003.

15. Проект INSC — U4.01/08-C. Усовершенствование системы классификации радиоактивных отходов в Украине : Отчет по задаче 7. Поддержка внедрения новой системы классификации в регуляторную структуру Украины. — 2012. — 127 с.

16. НД 306.604.95. Поводження з радіоактивними відходами : Захоронення радіоактивних відходів у приповерхневих сховищах. Загальні вимоги радіаційної безпеки. — К. : М-во охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. — 9 с.

17. НП 306.4.133-2007. Загальні положення забезпечення безпеки захоронення радіоактивних відходів у геологічних сховищах // Офіційний вісник України. — 2007. — № 43. — Ст. 1740.

## References

1. Proskura, M. I., Shestopalov, V. M., Zinkevich, L. I., Shybetzkiy, Yu. A., Alekseeva, Z. M., Zhebrovska, K. I. (2014), "Radioactive Waste Classification for Long-term Disposal Safety" [Skhema klassifikatsii radioaktivnykh otkhodov dlia obespecheniia dolgosrochnoi bezopasnosti zakhoroneniia], Yaderna ta radiatsiina bezpeka (Nuclear and Radiation Safety), No. 2(62), pp. 37–43. (Rus)

2. Shybetzkiy, Yu. O., Shestopalov, V. M., Zhebrovska, K. I., Bondarenko, O. S. (2008), "Restrictions of the Current Ukrainian Classification of Radioactive Waste in Solving the Issue of Disposal", Bulletin of Ecological State of Exclusion Zone [Obmezhennia diuchoi v Ukraini klassyfikatsii radioaktivnykh vidkhodiv pry vyrishenni problem ikh zakhoronennia, Bulletin ekologichnogo stanu zony vidchuzhennia], Kyiv, Chornobylinterinform, No. 1(31), pp. 35–42. (Ukr)

3. Proposals for Implementation of New System of Radioactive Waste Classification into Ukrainian Regulatory Framework: INSC Project U4.01/08-C (November 2012), Electro-optical disk (CD-ROM).

4. Law of Ukraine "On Radioactive Waste Management" [Zakon Ukrainy Pro povodzhennia z radioaktivnyimi vidkhodamy], Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (1995), No. 27, 198 p. (Ukr)

5. NRB-97/D-2000, "State Health and Safety Standards DGN 6.6.1.-6.5.061-2000, Standards of Radiation Safety of Ukraine, Addendum: Radiation Protection against Potential Radiation Sources" [Derzhavni hihienichni normatyvy DHN 6.6.1-6.5.061-2000. Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy, dopovnennia: Radiatsiinyi zakhyst vid

dzherel potentsiinoho oprominennia], available at: [http://www.uazakon.com/documents/date\\_ck/pg\\_gbnoc/index.htm](http://www.uazakon.com/documents/date_ck/pg_gbnoc/index.htm). (Ukr)

6. State Health and Safety Rules 6.177-2005-09-02: Basic Health and Safety Rules for Radiation Safety of Ukraine (OSPU-2005) [Derzhavni sanitarni pravyla 6.177-2005-09-02. Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennia radiatsiinoi bezpeky Ukrainy (OSPU-2005)], Ofitsiinyi Visnyk Ukrainy (2005), No. 23, 197 p. (1322). (Ukr)

7. GSG-I, Classification of Radioactive Waste: Safety Guide, Safety Standards, IAEA, Vienna (2009), 68 p.

8. SSR-5, Disposal of Radioactive Waste, Safety Standards Series, IAEA, Vienna (2011), 104 p.

9. Law of Ukraine "On Legal Regime on the Territory Contaminated by the Chernobyl Accident" [Zakon Ukrainy Pro pravovy rehym terytorii, scho zoznala radioaktivnoho zabrudnennia vnaslidok Chornobylskoi katastrofy], Vidomosti Verkhovnoi Rady of Ukrainian SSR (1991), No. 16, 198 p. (Ukr)

10. National Report "On Compliance of Ukraine with Obligations to the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management" [Natsionalna Dopovid Pro vykonannia Ukrainoiu zoboviazan, sho vyplyvaiut z Obiednanoi pro bezpeku povodzhennia z vidpratsiovanyim palyvom ta pro bezpeku povodzhennia z radioaktivnyimi vidkhodamy], Kyiv (2011), 118 p. (Ukr)

11. INSC U4.01/08-C "Improvement of Classification of Radioactive Waste in Ukraine: Task 6 Report. Assessment of the New Classification Scheme for Radioactive Waste in Ukraine" (2012), 98 p.

12. Alekseeva, Z. M., Kondratiev, S. M., Nikolaiev, Ye. O., Mykolaichuk, O. A., Makarovska, O. A., Rybalka, N. V. (2013), "Comprehensive Safety Assessment of Radioactive Waste Management at the Vektor Site" [Kompleksna otsinka bezpeky povodzhennia z radioaktivnyimi vidkhodamy na mайдanchyku Vektor], Yaderna ta radiatsiina bezpeka (Nuclear and Radiation Safety), No. 2 (58), pp. 43–48. (Ukr)

13. INSC Project UK/TS/39 "Technical Support to the SNRIU and its TSOs to Develop their Capabilities on the Basis of Transferred Western European Safety Principles and Practices. Subtask 1a: Guideline for the Assessment of the Impact on the Environment and Population of the Vektor Site with Multiple Facilities Designed for Processing, Storage and Disposal of Radioactive Waste", Kyiv (2013).

14. Analysis of Compliance of Radioactive Waste to be Disposed in RWDS Buriakivka with Requirements of Radiation, Health and Safety Regulations NRB-97/D-200 [Analiz sootvetstviia RAO, podlezhaschikh zakhoroneniui v PZRO Buriakovka, trebovaniiam radiatsionno gigenicheskikh reglamentov NRB-97/D-200], Ukrainian Radiation Protection Institute, National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv (2003). (Rus)

15. INSC U4.01/08-C "Improvement of Classification of Radioactive Waste in Ukraine: Task 7 Report. Support for Implementation of New System of Radioactive Waste Classification into Ukrainian Regulatory Framework (2012), 127 p.

16. ND 306.604.95 "Radioactive Waste Management: Disposal of Radioactive Waste in Near-Surface Disposal Facilities. General Radiation Safety Requirements" [Povodzhennia z radioaktivnyimi vidkhodamy: Zakhoronennia radioaktivnykh vidkhodiv u prypoverkhnevyykh skhovovschakh. Zahalni vymohy radiatsiinoi bezpeky], Kyiv, Ministry for Environmental Protection and Nuclear Safety of Ukraine (1995), 9 p. (Ukr)

17. NP 306.4.133-2007 "General Safety Provisions for Disposal of Radioactive Waste in Geological Formations" [Zahalni polozhennia bezpeky zakhoronennia radioaktivnykh vidkhodiv u heolohichnykh skhovovschakh], Ofitsiinyi Visnyk Ukrainy (2007), No. 43, 1740 p. (Ukr)

Получено 14.01.2015.