



УДК: 621.039.75

DOI: 10.26277/SECNRS.2023.110.4.002

© 2023. Все права защищены.

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ХАРАКТЕРИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Шаров Д. А.\*, канд. физ.-мат. наук (DASharov@vniiaes.ru),

Коротков А. С.\* (ASKorotkov@vniiaes.ru),

Иванов Е. А.\*, канд. техн. наук,

Демьяненко М. В.\* (MVDemyanenko@vniiaes.ru),

Курындин А. В.\*\*, канд. техн. наук (kuryndin@secnrs.ru),

Шаповалов А. С.\*\* (shapovalov@secnrs.ru)

Статья поступила в редакцию 10 июля 2023 г.

### Аннотация

*Рассмотрены основанные на определении радиационных характеристик подходы к характеристике радиоактивных отходов атомных станций, регламентированные национальным стандартом ГОСТ Р 59968-2021 «Радиоактивные отходы атомных станций. Определение радиационных характеристик для передачи на захоронение», введенным в действие в 2022 г. и предназначенным для применения эксплуатирующими, проектными, научными организациями, а также специализированными организациями при определении радиационных характеристик образующихся или накопленных радиоактивных отходов атомных станций перед их передачей на захоронение национальному оператору по обращению с радиоактивными отходами. Содержится описание того, каким образом положения ГОСТ Р 59968-2021 способствуют применению классификации радиоактивных отходов, установленной в постановлении Правительства Российской Федерации от 29.10.2022 № 1929 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19 октября 2012 г. № 1069». В частности, приведен обзор подхода к определению перечня контролируемых радионуклидов в радиоактивных отходах атомных станций, методов контроля радиационных характеристик радиоактивных отходов атомных станций. Также сформулированы предложения, которые, по мнению авторов, будут способствовать эффективному применению национального стандарта ГОСТ Р 59968-2021.*

► **Ключевые слова:** радиоактивные отходы, характеристика радиоактивных отходов, классификация радиоактивных отходов.

\* АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций», Москва, Россия.

\*\* Федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности», Москва, Россия.

## STANDARDIZATION IN THE FIELD OF CHARACTERIZATION OF RADIOACTIVE WASTE PRODUCED BY NUCLEAR POWER PLANTS

Sharov D. A.\*, Ph. D.,  
Korotkov A. S.\*,  
Ivanov E. A.\*, Ph. D.,  
Dem'yanenko M. V.\*,  
Kuryndin A. V.\*\*, Ph. D.,  
Shapovalov A. S.\*\*

Article is received on July 10, 2023.

### *Abstract*

*Approaches to characterization of radioactive waste produced by nuclear power plants were addressed based on determining of their radiation characteristics, specified by the national standard GOST R 59968-2021 "Radioactive Waste from Nuclear Power Plants. Determination of Radiation Characteristics for Transfer for Disposal", which entered into force in 2022 and intended to be used by operating, design, scientific organizations, as well as specialized organizations for determining the radiation characteristics of generated or accumulated radioactive waste from nuclear power plants before their transfer for disposal to the national operator for radioactive waste management.*

*The description was provided to outline how the provisions of GOST R 59968-2021 contribute to the application of the classification of radioactive waste established in decree of the Government of the Russian Federation of 29.10.2022 No. 1929 "On amendments to the decree of the Government of the Russian Federation of 19.10.2012 No. 1069". In particular, an overview was given to the approach to determining the list of controlled radionuclides in radioactive waste produced by nuclear power plants, and to methods for monitoring the radiation characteristics of radioactive waste produced by nuclear power plants.*

*The proposals that, according to the authors, will contribute to the effective application of the national standard GOST R 59968-2021 were also formulated.*

► **Keywords:** *radioactive waste, characterization of radioactive waste, classification of radioactive waste, acceptance criteria.*

\* JSC "All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation", Moscow, Russia.

\*\* Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety, Moscow, Russia.

## Введение

Образующиеся на атомных станциях (АС) радиоактивные отходы (РАО) подлежат передаче на захоронение Национальному оператору по обращению с РАО (НО РАО) [1], при этом способы и стоимость захоронения РАО определяются классом РАО. Применяемые в настоящее время критерии классификации удаляемых РАО установлены постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069 (далее – ПП № 1069) [2]. Следует отметить, что, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 29.10.2022 № 1929 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19 октября 2012 г. № 1069» (далее – ПП № 1929) [3], с 1 января 2024 г. вступают в силу изменения упомянутых выше критериев классификации РАО, анализ которых представлен в [4 и 5].

Для классификации РАО необходимо выполнить их характеристику, то есть определить характеристики РАО. Основными характеристиками отходов, определяющими их радиологическую опасность и класс для целей захоронения, являются радионуклидный состав и удельные активности радионуклидов. С целью унификации и оптимизации процедур радиационного контроля (РК) РАО АС, передаваемых на захоронение, в 2021 г. авторами настоящей статьи разработан национальный стандарт ГОСТ Р 59968-2021 «Радиоактивные отходы атомных станций. Определение радиационных характеристик для передачи на захоронение» (далее – Стандарт) [6]. Данный Стандарт, введенный в действие с 01.03.2022 приказом Росстандарта от 28.12.2021 № 1866-ст, основывается на практическом многолетнем опыте АО «ВНИИАЭС» разработки методического обеспечения РК РАО на АС, учитывает мировой опыт и требования нормативных правовых документов.

Стандарт [6] устанавливает:

- принципы, критерии и процедуру определения перечня радионуклидов, подлежащих контролю и учету при определении класса РАО АС;
- требования к организации и проведению контроля радиационных характеристик РАО АС для передачи на захоронение, включая применение расчетных методов и методологии радионуклидного вектора [7–11];
- порядок определения категории и класса РАО на основании установленного радионуклидного состава РАО и критериев классификации удаляемых РАО.

Стандарт [6] предназначен для применения эксплуатирующими, проектными, научными организациями при определении радиационных характеристик РАО АС для передачи на захоронение НО РАО.

## Перечень контролируемых радионуклидов в радиоактивных отходах атомных станций

На момент разработки и ввода в действие Стандарта [6] в нормативных документах отсутствовали требования к перечню радионуклидов, подлежащих контролю и учету при определении класса РАО АС, либо к порядку его установления, кроме требования его согласования с НО РАО [12] и рекомендаций о необходимости разработки такого перечня, с учетом особенностей технологических процессов, приводящих к образованию РАО, и последующего обращения с РАО (включая сбор, переработку, кондиционирование, хранение и захоронение) [13]. В то же время для предприятий ядерного топливного цикла рекомендации к формированию перечня учитываемых радионуклидов в РАО приведены в руководстве безопасности РБ-004-21 [14]. При отсутствии критериев формирования перечня учету в РАО АС подлежат все радионуклиды, для которых в [2] установлены предельные значения удельной активности (ПЗУА) для отнесения к РАО.

ПП № 1929 [3], вступающим в силу с 01.01.2024 и вносящим изменения в ПП № 1069 [2], введен критерий определения перечня радионуклидов, учитываемых при отнесении отходов к радиоактивным [5]:

*«При расчете суммы отношений удельных (для твердых и жидких отходов) или объемных (для газообразных отходов) активностей радионуклидов в отходах к их предельным значениям, приведенным в приложении к настоящему документу, допускается не учитывать радионуклиды, если сумма отношений удельных (для твердых и жидких отходов) или объемных (для газообразных отходов) активностей радионуклидов в отходах к их предельным значениям не превышает 0,01».*

В Стандарте [6] установлены базовые требования к перечню контролируемых в РАО АС радионуклидов:

- 1) перечень должен включать радионуклиды, формирующие значимый вклад в потенциальную опасность РАО АС, как для персонала до захоронения РАО, так и для населения после закрытия пункта захоронения РАО;
- 2) перечень должен обеспечивать получение необходимого и достаточного объема информации для определения класса РАО, подтверждения

соответствия РАО критериям приемлемости для захоронения и обоснования безопасности при обращении с РАО.

Для обеспечения указанных выше требований в Стандарте [6] установлены два последовательно применяемых критерия формирования перечня.

Первый критерий, аналогичный введенному в ПП № 1929 [3], предназначен для исключения из перечня тех радионуклидов, содержание которых в РАО незначительно (то есть в отсутствии других радионуклидов отходы не будут РАО) – сумма отношений максимально возможных для данного типа (потока) РАО удельных активностей радионуклидов  $A_i^{\max}$ , Бк/г, к соответствующим ПЗУА, Бк/г, не превышает 0,01:

$$\sum_{i=1}^k \frac{A_i^{\max}}{\text{ПЗУА}_i} \leq 0,01, \quad (1)$$

где  $k$  – число радионуклидов, для которых выполняют оценку соблюдения критерия.

Для применения критерия (1) радионуклиды исходного перечня сортируются по возрастанию отношения  $A_i^{\max}$  к соответствующему ПЗУА:

$$\frac{A_1^{\max}}{\text{ПЗУА}_1} \leq \frac{A_2^{\max}}{\text{ПЗУА}_2} \leq \dots \leq \frac{A_n^{\max}}{\text{ПЗУА}_n}, \quad (2)$$

где  $n$  – число радионуклидов в исходном перечне.

Соотношением (1) определяется наибольшее число радионуклидов  $k$  из рассматриваемой выборки мощности  $n > k$ , которые могут быть исключены из числа контролируемых в РАО.

Значения величин  $\{A_i^{\max}\}$  определяются на основе анализа проектной и эксплуатационной документации АС, данных системы учета и контроля радиоактивных веществ (РВ) и РАО АС, результатов экспериментальных и расчетных исследований активности и радионуклидного состава отходов, анализа технологических процессов образования и обращения с РАО АС.

В качестве второго критерия в Стандарте [6] применяется дозовый критерий, аналогичный критерию, рекомендованному в руководстве по безопасности РБ-141-18 [15], для оптимизации перечня радионуклидов, учитываемых в критериях приемлемости пунктов захоронения РАО (ПЗРО), а также критерию, успешно применяемому [16] при нормировании выбросов РВ в атмосферный воздух [17] и сбросов РВ в поверхностные водные объекты [18]: совокупный вклад радионуклидов в потенциальную опасность РАО считают значимым, если их суммарный вклад в дозу планируемого и потенциального облучения персонала и населения,

создаваемую в период времени, в течение которого отходы относятся к радиоактивным, составляет не менее 99 %.

Для практической реализации в условиях отсутствия информации о месте размещения и характеристиках ПЗРО, в котором будут размещены РАО АС, количественная оценка дозового воздействия при формировании перечня контролируемых радионуклидов может быть заменена нормированием удельных активностей радионуклидов на соответствующие ПЗУА. При этом критерий формулируется следующим образом: из перечня контролируемых радионуклидов можно исключить радионуклиды, вклад которых в сумму отношений удельных активностей радионуклидов в РАО к их ПЗУА в период времени, в течение которого отходы относятся к радиоактивным, составляет менее 1 %.

Математически критерий может быть записан так:

$$\sum_{i=1}^k \frac{A_i(t)}{\text{ПЗУА}_i} < 0,01 \cdot \sum_{j=1}^n \frac{A_j(t)}{\text{ПЗУА}_j}, \quad t \in [t_0; t_0 + T_{\text{РАО}}], \quad (3)$$

где  $A_i(t) = A_{i,0} \cdot \exp(-\lambda_i \cdot t)$  – удельная активность радионуклида в момент времени  $t$  (при необходимости учитывают образование радионуклида в процессе распада материнского радионуклида), Бк/г;

$A_{i,0}$  – удельная активность радионуклида в момент времени  $t_0$ , Бк/г;

$t_0$  – момент времени (лет), соответствующий проведению характеристики РАО;

$\lambda_i$  – постоянная распада  $i$ -го радионуклида  $i$  в ТРО, год<sup>-1</sup>;

$T_{\text{РАО}}$  – период времени после проведения характеристики РАО, в течение которого отходы относят к радиоактивным (лет), определяемый путем решения уравнения:

$$\sum_{i=1}^n \frac{A_i(t_0) \cdot \exp(-\lambda_i \cdot T_{\text{РАО}})}{\text{ПЗУА}_i} = 1. \quad (4)$$

Применимость такого подхода обусловлена тем, что ПЗУА соответствуют рекомендованным международными основными нормами безопасности [19, 20] уровням изъятия (выраженным в единицах удельной активности) для умеренных количеств (не более одной тонны) твердого материала, которые установлены на основе рассмотрения представительного набора сценариев облучения персонала и населения и сопоставления оценки доз с дозовыми критериями.

Стандартом [6] установлена подробная процедура, результатом применения которой является перечень радионуклидов, значимых для обеспечения

безопасности при обращении с данным типом (потоком) РАО и подлежащих контролю при характеристике РАО и указываемых в паспорте РАО. Данный перечень, наряду с радионуклидами, важными с точки зрения обеспечения долговременной безопасности захоронения РАО, включает в себя короткоживущие радионуклиды, важные с точки зрения обеспечения безопасности до закрытия ПЗРО.

Для определения класса РАО перечень контролируемых радионуклидов может быть сокращен путем исключения радионуклидов, не являющихся представительными с точки зрения долговременной безопасности, то есть не вносящих значимого вклада в дозу потенциального облучения после закрытия ПЗРО на основе применения критерия, аналогичного критерию (3), с заменой:

$$[t_0; t_0 + T_{\text{РАО}}] \Rightarrow [t_{\text{ПЗРО}}; t_0 + T_{\text{РАО}}], \quad (5)$$

где  $t_{\text{ПЗРО}}$  – момент времени, соответствующий закрытию ПЗРО (в случае если ПЗРО для данных РАО не определено либо не определен период до его закрытия, в качестве  $t_{\text{ПЗРО}}$  рекомендуется использовать значение  $(t_0 + 100)$  лет).

В результате формируется более компактный перечень радионуклидов, учитываемых при определении класса РАО. Исключение из этого перечня короткоживущих радионуклидов (например,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{124}\text{Sb}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ), вносящих вклад в радиологическую опасность, в основном только при обращении с РАО на площадке, позволяет повысить объективность оценки класса РАО при паспортизации, что приводит к более корректной оценке объемов РАО высоких классов и рациональному использованию мощностей ПЗРО.

### Организация радиационного контроля радиоактивных отходов атомных станций

Организация достоверного и оптимального с точки зрения затрат контроля радиационных характеристик РАО – задача нетривиальная и должна решаться с учетом перечня контролируемых радионуклидов и характеристик контролируемых РАО.

При эксплуатации и выводе из эксплуатации блоков АС образуется обширная номенклатура РАО с различными характеристиками, которые, исходя из механизма образования, морфологического и радионуклидного состава, способа переработки и кондиционирования, делятся на потоки.

Стандартом [6] выделяются следующие потоки РАО АС, для которых установлены процедуры РК:

- сжигаемые твердые РАО (ТРО);
- прессуемые ТРО;
- измельчаемые ТРО;
- переплавляемые ТРО (на установках плавления и плазменной переработки);
- неперерабатываемые ТРО;
- отверждаемые жидкие РАО (ЖРО) (основные применяемые на АС методы переработки ЖРО: глубокое упаривание, цементирование, битумирование, ионоселективная очистка, осушение);
- РАО, образовавшиеся в результате активации материалов (фрагменты ОТВС, внутрикорпусные устройства, оборудование измерительных каналов системы внутриреакторного контроля, элементы биологической защиты и др.);
- РАО в виде отработавших закрытых источников ионизирующего излучения (ОЗИИИ).

Основными параметрами потока РАО, определяющими подходы к его характеристике, являются:

- физико-химические характеристики (морфология, степень гомогенности);
- технологические характеристики системы обращения с потоком РАО (технологическая цепочка обращения с РАО, включая источник образования, способы переработки и кондиционирования).

Физико-химические характеристики и технологическая цепочка обращения с РАО определяют применимость тех или иных методов РК, необходимый объем РК, этапы обращения с РАО, на которых РК является наиболее представительным и наименее затратным. Очевидно, что подходы к характеристике гомогенных РАО, таких как отвержденные ЖРО (например, в виде цементированного кубового остатка), должны отличаться от подходов к характеристике гетерогенных отходов, таких как спрессованные ТРО смешанной морфологии. При этом в результате переработки исходно гетерогенные РАО могут преобразовываться в гомогенные, – например, при плавлении или плазменной переработке. Важно учесть все этапы обращения с РАО на площадке, включая образование, сбор, сортировку, переработку, кондиционирование и хранение.

Согласно нормативным документам [12, 21], контроль характеристик РАО должен выполняться с применением экспериментальных (инструментальных) и расчетных методов контроля. При этом применение расчетных методов должно основываться на результатах предварительных прямых и (или) косвенных измерений контролируемых параметров.

Обоснованный перечень контролируемых радионуклидов может включать как легкодетектируемые радионуклиды, активность которых в упаковке РАО может быть измерена методами неразрушающего контроля, так и сложнодетектируемые радионуклиды, активность которых возможно определить только с использованием методов разрушающего контроля с отбором и анализом проб.

Учитывая сложность обеспечения контроля содержания сложнодетектируемых радионуклидов в РАО, а также особенностей отдельных потоков РАО Стандартом [6] предусмотрено применение четырех групп методов определения радионуклидного состава РАО:

- 1) методы неразрушающего контроля;
- 2) методы разрушающего контроля;
- 3) расчетные методы;
- 4) метод радионуклидного вектора.

Неразрушающие методы применяются для контроля содержания радионуклидов в упаковке РАО без отбора проб и для АС включают в себя методы гамма-спектрометрии и измерения мощности AMBIENTНОГО ЭКВИВАЛЕНТА ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ (МАЭД). При этом результаты измерения МАЭД могут использоваться как с целью подтверждения соответствия критериям приемлемости для захоронения по уровню мощности дозы от упаковки, так и для последующего расчетного определения удельных активностей радионуклидов (при известном радионуклидном составе РАО и соотношениях между удельными активностями радионуклидов).

Неразрушающие методы контроля основываются на отборе представительных проб, подготовке и измерении счетных образцов методами альфа-, бета-радиометрии, альфа-, бета-, гамма-спектрометрии, жидкостно-сцинтилляционной-спектрометрии, масс-спектрометрии.

На АС разрушающие методы применяются при проведении исследований для определения радионуклидных векторов и при штатном контроле характеристик РАО, как правило, не используются.

Расчетные методы включают:

- теоретическое (расчетное) определение содержания радионуклидов в РАО, образующихся при активации материалов в нейтронном поле реакторной установки;
- балансовые модели для расчета изменения удельной активности радионуклида в РАО при их переработке.

Метод радионуклидного вектора (масштабирующих коэффициентов) [7–10] заключается в установ-

лении соотношений между удельными активностями реперных (легкодетектируемых) и сложнодетектируемых радионуклидов (радионуклидных векторов, масштабирующих коэффициентов) на основе детального экспериментального исследования представительной выборки проб РАО и последующего расчетного определения содержания в РАО сложнодетектируемых радионуклидов по результатам измерения содержания в РАО реперных радионуклидов. То есть представляет собой комбинацию методов разрушающего и неразрушающего контроля.

Стандарт [6] не устанавливает конкретные процедуры подготовки проб и измерения содержания радионуклидов в РАО методами неразрушающего и разрушающего контроля – это предмет методик измерений для конкретных объектов. В [6] определены общие требования к процессу РК различных потоков РАО АС. Кроме того, в Стандарте [6] подробно изложена процедура установления радионуклидного вектора и его применения для характеристики РАО АС.

На приведенном ниже рисунке представлена общая схема процесса обращения с потоком РАО с указанием точек/этапов, на которых осуществляется РК. Здесь  $PK_i$  – вектор, компоненты которого отражают объем РК данного вида (измерение МАЭД гамма-излучения, удельной активности радионуклидов неразрушающими и разрушающими методами, расчет с применением радионуклидного вектора, расчет на основе балансовых моделей или активационный расчет) на  $i$ -ом этапе:

$$PK_i = \{MAЭД_i; A_i^{неразруш.изм.}; A_i^{разруш.изм.}; A_i^{РНВ}; A_i^{расчет}\}. \quad (6)$$

Объем контроля данного потока РАО определяется как линейная комбинация объема РК на отдельных этапах:

$$PK = \sum_i PK_i. \quad (7)$$

Различным потокам РАО соответствуют разные оптимальные схемы РК. Рекомендуемые методы РК различных потоков РАО АС с привязкой к этапам обращения, в соответствии со Стандартом [6], приведены в таблице.

По результатам РК определяются категория и класс РАО. Стандарт [6] устанавливает обобщенную процедуру определения категории и класса РАО с учетом неопределенности измерений.

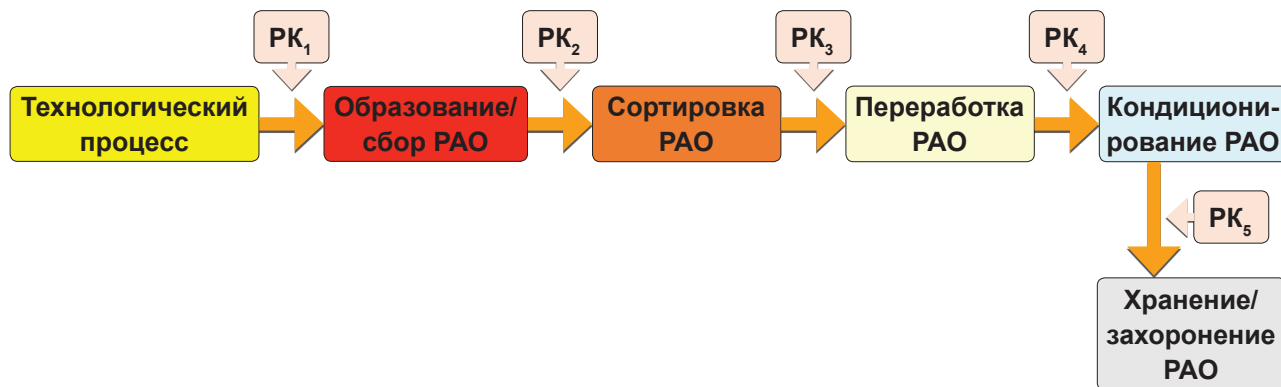


Рис. Общая схема процесса обращения с потоком радиоактивных отходов с указанием точек радиационного контроля [Fig. General scheme of the process of handling the radioactive waste flow with indication of radiation control points]

Таблица

**Методы радиационного контроля типовых потоков радиоактивных отходов атомных станций с привязкой к этапам обращения**

**Determination of the activity of radioactive waste produced by nuclear power plants using the correlation method**

Поток радиоактивных отходов	Этап обращения		
	Сбор, хранение	Переработка	Контейнеризация
Сжигаемые ТРО	неразрушающий РК (гамма-спектрометрия, измерения МАЭД)	разрушающий РК (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб); установление РНВ*	неразрушающий РК (гамма-спектрометрия); расчет по РНВ*
Прессуемые ТРО	разрушающий РК (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб); установление РНВ*	–	
Измельчаемые ТРО		–	
Неперерабатываемые ТРО	неразрушающий РК (гамма-спектрометрия, измерения МАЭД)	разрушающий РК (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб); установление РНВ*	
Переплавляемые ТРО	неразрушающий РК (гамма-спектрометрия, измерения МАЭД)	разрушающий РК (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб); установление РНВ*	разрушающий РК для подтверждения балансовой модели (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб); расчет по балансовой модели; неразрушающий РК (гамма-спектрометрия); расчет по РНВ*
Отверждаемые ЖРО (методы упаривания, цементирования, битумирования, ионоселективной очистки)	разрушающий РК (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб); установление РНВ*	разрушающий РК для подтверждения балансовой модели (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб)	разрушающий РК для подтверждения балансовой модели (альфа-, бета-, гамма-спектрометрия проб); расчет по балансовой модели; неразрушающий РК (гамма-спектрометрия); расчет по РНВ*
ТРО, образовавшиеся в результате активации материалов	расчет активации; установление РНВ*; разрушающий/ неразрушающий РК	–	неразрушающий РК (гамма-спектрометрия, измерения МАЭД); расчет (уточнение) по результатам измерений
ТРО в виде ОЗИИИ	определение характеристик по паспортным (учетным) данным	–	–

**Примечание:**

\* Радионуклидный вектор.

## Заключение

Национальный Стандарт [6] разработан с целью методической поддержки российских АС при организации унифицированной и оптимизированной (с учетом затрат) системы РК, выполняемого для передачи РАО на захоронение.

Стандарт [6] содержит:

- перечень типовых потоков РАО АС;
- процедуру определения перечня контролируемых в потоке РАО радионуклидов;
- рекомендации по применяемым методам РК при характеристике РАО;
- оптимальные схемы РК каждого потока РАО АС с привязкой к этапам обращения;
- порядок определения категории и класса РАО для передачи на захоронение.

Для внедрения Стандарта [6] в практику характеристики РАО необходимо:

- выполнить анализ действующих систем характеристики РАО АС и массива накопленных экспериментальных данных о радиационных характеристиках РАО;

- провести комплексное исследование отдельных потоков РАО для получения недостающих сведений;

- внедрить на АС и предприятиях, выполняющих характеристику РАО АС, методы и схемы РК, установленные данным Стандартом.

Внедрение Стандарта [6] позволит:

- установить обоснованный перечень контролируемых в РАО радионуклидов по регламентированной методике;
- унифицировать и оптимизировать проведение РК РАО на АС на основе единообразного деления на потоки и типовых процедур РК для отдельных потоков РАО;
- обеспечить организациям, выполняющим характеристику РАО, передачу и прием на захоронение РАО АС, прозрачность и взаимное признание процедур характеристики РАО по радиационному фактору, а также реализовать требования ПП № 1929 [3] после их вступления в силу с 1 января 2024 г.

## Литература

1. Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ.
2. О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов: постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069.
3. О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069: постановление Правительства Российской Федерации от 29.10.2022 № 1929.
4. Бочкарев В. В., Дорофеев А. Н., Курындин А. В., Линге И. И., Понизов А. В., Самойлов А. А. и др. К вопросу внесения изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов» // Ядерная и радиационная безопасность. 2022. № 4 (106). С. 59–72. DOI: 10.26277/SECNRS.2022.106.4.005.
5. Иванов Е. А., Коротков А. С., Шаров Д. А., Курындин А. В., Шарафутдинов Р. Б. Актуальные вопросы внедрения новой системы классификации радиоактивных отходов на действующих объектах использования атомной энергии // Ядерная и радиационная безопасность. 2023. № 4 (110). С. 47–56. DOI: 10.26277/SECNRS.2023.110.4.004.
6. ГОСТ Р 59968-2021. Радиоактивные отходы атомных станций. Определение радиационных характеристик для передачи на захоронение: введен в действие с 01.03.2022 приказом Росстандарта от 28.12.2021 № 1866-ст.
7. IAEA Nuclear Energy Series NW-T-1.18. Determination and use of scaling factors for waste characterization in NPP. IAEA, Vienna, Austria, 2009.
8. ISO 21238:2007. Nuclear energy – Nuclear fuel technology – Scaling factor method to determine the radioactivity of low- and intermediate-level radioactive waste packages generated at nuclear power plants, 2007.



9. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендации по применению метода радионуклидных соотношений для определения содержания сложнодетектируемых радионуклидов в радиоактивных отходах предприятий ядерного топливного цикла. РБ-154-19: утв. приказом Ростехнадзора от 04.04.2019 № 137.

10. Коротков А. С., Щипунов А. Н., Ярына В. П., Тимофеева Е. Б., Шаров Д. А. Определение активности радиоактивных отходов АЭС корреляционным методом // Атомная энергия. Февраль 2018. Т. 124. Вып. 2. С. 95–99.

11. Александрова Т. А., Блохин П. Л., Самойлов А. А., Курындин А. В. Анализ данных по радионуклидному составу РАО в контексте оценки долговременной безопасности их захоронения // Радиоактивные отходы. 2018. № 2 (3). С. 44–51.

12. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения. НП-093-14: утв. приказом Ростехнадзора от 15.12.2014 № 572.

13. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендации по порядку, объему, методам и средствам контроля радиоактивных отходов в целях подтверждения их соответствия критериям приемлемости для захоронения. РБ-155-20: утв. приказом Ростехнадзора от 30.06.2020 № 253.

14. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендации по формированию перечня радионуклидов, контролируемых в кондиционируемых радиоактивных отходах предприятий ядерного топливного цикла. РБ-004-21: утв. приказом Ростехнадзора от 07.07.2021 № 251.

15. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Рекомендации по разработке критериев приемлемости радиоактивных отходов для захоронения при проектировании пунктов приповерхностного захоронения радиоактивных отходов. РБ-141-18: утв. приказом Ростехнадзора от 25.05.2018 № 228.

16. Курындин А. В., Шаповалов А. С., Тимофеев Н. Б. О методах выбора нормируемых радионуклидов и источников выброса при разработке нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух // Ядерная и радиационная безопасность. 2019. № 2 (92). С. 1–7. DOI: 10.26277/SECNRS.2019.92.2.003.

17. Об утверждении Методики разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух: приказ Ростехнадзора от 07.11.2012 № 639.

18. Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты для водопользователей: приказ Ростехнадзора от 22.12.2016 № 551.

19. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA Safety Standard Series No. 115. IAEA, Vienna, 1996.

20. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards, General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3. IAEA, Vienna, 2014.

21. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации. НП-067-16: утв. приказом Ростехнадзора от 28.11.2016 № 503.

## References

1. Feder. zakon ot 11.07.2011 No. 190-FZ “Ob obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii” [Federal Law No. 190-FZ dated 11.07.2011 “On the management of radioactive waste and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation”]. 2011.

2. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 19.10.2012 No. 1069 “O kriteriyakh otneseniya tverdykh, zhidkikh i gazoobraznykh otkhodov k radioaktivnym otkhodam, kriteriyakh otneseniya radioaktivnykh otkhodov k osobym radioaktivnym otkhodam i k udalyaemym radioaktivnym otkhodam i kriteriyam klassifikatsii udalyaemykh radioaktivnykh otkhodov” [Decree of the Government of the Russian Federation dated 19.10.2012 No. 1069 “On the criteria for classifying solid, liquid and gaseous waste as radioactive waste, the criteria for classifying radioactive waste as special radioactive waste and disposable radioactive waste, and the criteria for classifying disposable radioactive waste”]. 2012.

3. Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 29.10.2022 No. 1929 "O vnesenii izmenenii v postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 19.10.2012 No. 1069" [Decree of the Government of the Russian Federation dated 29.10.2022 No. 1929 "On amendments to the decree of the Government of the Russian Federation dated 19.10.2012 No. 1069"]. 2022.

4. Bochkarev V. V., Dorofeev A. N., Kuryndin A. V., Linge I. I., Ponizov A. V., Samoylov A. A. et al. (2022). K voprosu vneseniya izmenenii v postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 19.10.2012 No. 1069 "O kriteriyakh otneseniya tverdykh, zhidkikh i gazoobraznykh otkhodov k radioaktivnym otkhodam, kriteriyakh otneseniya radioaktivnykh otkhodov k osobym radioaktivnym otkhodam i k udalyaemym radioaktivnym otkhodam i kriteriyakh klassifikatsii udalyaemykh radioaktivnykh otkhodov" [On the issue of amending government decree No. 1069 dated 19.10.2012 "On the criteria for classifying solid, liquid and gaseous waste as radioactive waste, the criteria for classifying radioactive waste as special radioactive waste and disposable radioactive waste, and the criteria for classifying disposable radioactive waste"]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal*, No. 4 (106), pp. 59–72. [in Russian]. DOI: 10.26277/ SECNRS.2022.106.4.005.

5. Ivanov E. A., Korotkov A. S., Sharov D. A., Kuryndin A. V., Sharafutdinov R. B. (2023). Aktual'nye voprosy vnedreniya novoi sistemy klassifikatsii radioaktivnykh otkhodov na deistvuyushchikh ob'ektakh ispol'zovaniya atomnoi ehnergii [Actual problems of implementation of a new classification system for radioactive waste to be removed]. *Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal*, No. 4 (110), pp. 47–56. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2023.110.4.004.

6. GOST R 59968-2021 "Radioaktivnye otkhody atomnykh stantsii. Opredelenie radiatsionnykh kharakteristik dlya peredachi na zakhronenie" [GOST R 59968-2021 "Radioactive waste produced by nuclear power plants. Radiation characteristics determination for transfer to disposal"]. 2021.

7. IAEA Nuclear Energy Series NW-T-1.18. Determination and use of scaling factors for waste characterization in NPP. IAEA, Vienna, Austria, 2009.

8. ISO 21238:2007. Nuclear energy – Nuclear fuel technology – Scaling factor method to determine the radioactivity of low- and intermediate-level radioactive waste packages generated at nuclear power plants, 2007.

9. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii "Rekomendatsii po primeneniyu metoda radionuklidnykh sootnoshenii dlya opredeleniya sodержaniya slozhnodetektiruemykh radionuklidov v radioaktivnykh otkhodakh predpriyatii yadernogo toplivnogo tsikla" (RB-154-19) [Safety guide in the field of atomic energy use "Recommendations for the use of the radionuclide ratio method for determining the content of difficult-to-detect radionuclides in radioactive waste from nuclear fuel cycle enterprises" (RB-154-19)]. 2019.

10. Korotkov A. S., Shchipunov A. N., Yaryna V. P., Timofeeva E. B., Sharov D. A. (2018). Opredelenie aktivnosti radioaktivnykh otkhodov AEHS korrelyatsionnym metodom [Determination of the activity of radioactive waste produced by nuclear power plants using the correlation method]. *Atomnaya ehnergiya – Atomic energy*, Vol. 124, issue 2, pp. 95–99. [in Russian].

11. Alexandrova T. A., Blokhin P. A., Samoylov A. A., Kuryndin A. V. (2018). Analiz dannykh po radionuklidnomu sostavu RAO v kontekste otsenki dolgovremennoi bezopasnosti ikh zakhroneniya [Analysis of the RW radionuclide composition in the context of long-term safety of its disposal]. *Radioaktivnye otkhody – Radioactive Waste*, No. 2 (3), pp. 44–51. [in Russian].

12. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii "Kriterii priemlemosti radioaktivnykh otkhodov dlya zakhroneniya" (NP-093-14) [Federal rules and regulations in the field of atomic energy use "Criteria for accepting radioactive waste for disposal" (NP-093-14)]. 2015.

13. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii "Rekomendatsii po poryadku, ob'em, metodam i sredstvam kontrolya radioaktivnykh otkhodov v tselyakh podtverzhdeniya ikh sootvetstviya kriteriyam priemlemosti dlya zakhroneniya" (RB-155-20) [Safety guide in the field of atomic energy use "Recommendations on the procedure, volume, methods and means of monitoring radioactive waste in order to confirm their compliance with the acceptance criteria for disposal" (RB-155-20)]. 2020.

14. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii "Rekomendatsii po formirovaniyu perechnya radionuklidov, kontroliruemykh v konditsioniruemykh radioaktivnykh otkhodakh predpriyatii yadernogo toplivnogo tsikla" (RB-004-21) [Safety guide in the field of atomic energy use "Recommendations for the Formation of a List of Radionuclides Controlled in Conditioned Radioactive Waste of Nuclear Fuel Cycle Enterprises" (RB-004-21)]. 2021.

15. Rukovodstvo po bezopasnosti pri ispol'zovanii atomnoi ehnergii “Rekomendatsii po razrabotke kriteriev priemlemosti radioaktivnykh otkhodov dlya zakhoroneniya pri proektirovanii punktov pripoverkhnostnogo zakhoroneniya radioaktivnykh otkhodov” (RB-141-18) [Safety guide in the field of atomic energy use “Recommendations for the development of criteria for the acceptance of radioactive waste for disposal when designing near-surface disposal sites for radioactive waste” (RB-141-18)]. 2018.

16. Kuryndin A. V., Shapovalov A. S., Timofeev N. B. (2019). O metodakh normiruemykh radionuklidov i istochnikov vybrosa pri razrabotke normativov predel'no dopustimykh vybrosov radioaktivnykh veshchestv v atmosferyni vozdukh [On methods for selection of radioactive airborne discharge sources and radionuclides for which discharge limits shall be set]. Yadernaya i radiatsionnaya bezopasnost' – Nuclear and Radiation Safety Journal, No. 2 (92), pp. 1–7. [in Russian].

17. Prikaz Rostekhnadzora ot 07.11.2012 No. 639 “Ob utverzhdenii Metodiki razrabotki i ustanovleniya normativov predel'no dopustimykh vybrosov radioaktivnykh veshchestv v atmosferyni vozdukh” [“Methodology for the development and establishment of standards for permissible emissions of radioactive substances into the atmospheric air” approved by order of Rostekhnadzor dated 07.11.2012 No. 639]. 2012.

18. Prikaz Rostekhnadzora ot 22.12.2016 No. 551 “Ob utverzhdenii Metodiki razrabotki normativov dopustimykh sbrosov radioaktivnykh veshchestv v vodnye ob"ekty dlya vodopol'zovatelei” [“The methodology for developing standards for permissible discharges of radioactive substances into water bodies for water users” approved by order of Rostekhnadzor dated 22.12.2016 No. 551]. 2016.

19. International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA Safety Standard Series No. 115. IAEA, Vienna, 1996.

20. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards, General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3. IAEA, Vienna, 2014.

21. Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii “Osnovnye pravila ucheta i kontrolya radioaktivnykh veshchestv i radioaktivnykh otkhodov v organizatsii” (NP-067-16) [Federal rules and regulations in the field of atomic energy use “Basic rules on accounting and control of radioactive materials and radioactive waste in an organization” (NP-067-16)]. 2017.

### Сведения об авторах

*Шаров Дмитрий Александрович*, заместитель директора ВНИИАЭС-НТП, директор отделения РБ, РАО и ОЯТ, вывода из эксплуатации АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (109507, Москва, ул. Ферганская, д. 25).

*Коротков Алексей Сергеевич*, заместитель руководителя департамента радиационной безопасности, экологии и охраны труда – начальник лаборатории радиационного контроля, АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (109507, Москва, ул. Ферганская, д. 25).

*Иванов Евгений Анатольевич*, АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (1987–2023 гг.) (109507, Москва, ул. Ферганская, д. 25).

*Демьяненко Марина Вячеславовна*, главный эксперт, АО «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (109507, Москва, ул. Ферганская, д. 25).

*Курьиндин Антон Владимирович*, руководитель отделения ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

*Шаповалов Альберт Сергеевич*, начальник отдела аварийной готовности и радиационной защиты отделения ядерной и радиационной безопасности, федеральное бюджетное учреждение «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (107140, Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5).

### Authors credentials

*Sharov Dmitrii Aleksandrovich*, Deputy Director of VNIIEAS-NTP, Director of the Department of RS, RW and SNF, Decommissioning, JSC “All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation” (25, Ferganskaya str., Moscow, 109507), e-mail: DASHarov@vniiaes.ru.

*Korotkov Aleksey Sergeevich*, Deputy Head of the Department of Radiation Safety, Ecology and Occupational Safety – Head of the Radiation Control Laboratory, JSC “All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation” (25, Ferganskaya str., Moscow, 109507), e-mail: ASKorotkov@vniiaes.ru.

*Ivanov Evgenii Anatolevich*, JSC “All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation” (1987–2023) (25, Ferganskaya str., Moscow, 109507).

*Dem'yanenko Marina Vyacheslavovna*, Chief Expert, JSC “All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plants Operation” (25, Ferganskaya str., Moscow, 109507), e-mail: MVDemyanenko@vniiaes.ru.

*Kuryndin Anton Vladimirovich*, Head of Department of Nuclear and Radiation Safety, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: kuryndin@secnrs.ru.

*Shapovalov Al'bert Sergeevich*, Head of Division for Emergency Preparedness and Radiation Protection of Nuclear and Radiation Safety Department, Scientific and Engineering Centre for Nuclear and Radiation Safety (2/8, bld. 5, Malaya Krasnoselskaya str., Moscow, 107140), e-mail: shapovalov@secnrs.ru.

#### Для цитирования

*Шаров Д. А., Коротков А. С., Иванов Е. А., Демьяненко М. В., Курьиндин А. В., Шаповалов А. С.* Стандартизация в области характеристики радиоактивных отходов атомных станций // Ядерная и радиационная безопасность. 2023. № 4 (110). С. 25–36. DOI: 10.26277/SECNRS.2023.110.4.002.

#### For citation

*Sharov D. A., Korotkov A. S., Ivanov E. A., Dem'yanenko M. V., Kuryndin A. V., Shapovalov A. S.* Standardization in the field of characterization of radioactive waste produced by nuclear power plants. Nuclear and Radiation Safety Journal, 2023, No. 4 (110), pp. 25–36. [in Russian]. DOI: 10.26277/SECNRS.2023.110.4.002.

