

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

Утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 декабря 2021 г. № 472.

Рекомендации по обеспечению
безопасности при возврате продуктов
переработки облучённых
тепловыделяющих сборок в государство
их поставщика. РБ-092-21

Введено в действие с 29 декабря 2021 г.

© Москва, 2021.

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облучённых тепловыделяющих сборок в государство их поставщика» (РБ-092-21)

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии РБ-092-21 «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облучённых тепловыделяющих сборок в государство их поставщика» (далее — Руководство по безопасности) утверждено приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 декабря 2021 г. № 472 разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» и постановлением Правительства Российской Федерации от 11 июля 2003 г. № 418 «О порядке ввоза в Российскую Федерацию облученных тепловыделяющих сборок ядерных реакторов», в целях содействия соблюдению требований следующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии: «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 сентября 2016 г. № 388 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 января 2017 г., регистрационный № 45375), с изменениями, внесенными приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 октября 2020 г. № 385 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 5 ноября 2020 г., регистрационный № 60764) (далее — НП-053-16), «Требования к планированию и обеспечению готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании ядерных материалов и радиоактивных веществ», утвержденные постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 декабря 2006 г. № 8 (далее — НП-074-06).

Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по обеспечению безопасности при транспортировании продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок (далее — ОТВС) в государство их поставщика, а также по методике определения количества возвращаемых продуктов переработки ОТВС.

Настоящее Руководство по безопасности распространяется на деятельность по транспортированию продуктов переработки ОТВС в государство их поставщика.

Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения специалистами центрального аппарата Ростехнадзора и его межрегиональных территориальных управлений по надзору за ядерной и радиационной безопасностью, а также специалистами организаций, осуществляющих возврат продуктов переработки ОТВС в государство их поставщика

Руководство по безопасности гармонизировано с документами, регламентирующими вопросы обеспечения безопасности при транспортировании радиоактивных материалов. Кроме того, методика определения количества возвращаемых продуктов переработки ОТВС, приведенная в Руководстве по безопасности, актуализирована с учетом современного уровня развития науки и техники. При разработке Руководства по безопасности были учтены рекомендации документов МАГАТЭ SSR-6 «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов» (издание 2018 года) и GSR Part 3 «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности».

Выпускается взамен руководства по безопасности при использовании атомной энергии РБ-092-13 «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облучённых тепловыделяющих сборок в государство их поставщика», утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 декабря 2013 г. № 655.

Руководство по безопасности разработано коллективом авторов в составе: А.В. Курындин, А.М. Киркин, А.З. Каримов, С.В. Маковский (ФБУ «НТЦ ЯРБ»).

Оглавление

I. Общие положения.....	4
II. Рекомендации по методике определения количества возвращаемых продуктов переработки отработавших тепловыделяющих сборок	5
III. Рекомендации по обеспечению безопасности при транспортировании продуктов переработки	7
Приложение № 1.....	9
Рекомендуемые соотношения для расчета активности продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок, возвращаемых в государство их поставщика.....	9
Приложение № 2.....	11
Рекомендуемые значения дозовых коэффициентов основных радионуклидов, содержащихся в облученных тепловыделяющих сборках, радиоактивных отходах и необлученных тепловыделяющих сборках, содержащих регенерированные ядерные материалы.....	11

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облучённых тепловыделяющих сборок в государство их поставщика» (РБ-092-21) (далее — Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» и постановлением Правительства Российской Федерации от 11 июля 2003 г. № 418 «О порядке ввоза в Российскую Федерацию облученных тепловыделяющихборок ядерных реакторов», в целях содействия соблюдению требований следующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии: «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 сентября 2016 г. № 388 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 января 2017 г., регистрационный № 45375), с изменениями, внесенными приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 5 октября 2020 г. № 385 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 5 ноября 2020 г., регистрационный № 60764) (далее — НП-053-16), «Требования к планированию и обеспечению готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании ядерных материалов и радиоактивных веществ», утвержденные постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 декабря 2006 г. № 8 (далее — НП-074-06).
2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по обеспечению безопасности при транспортировании продуктов переработки облученных тепловыделяющихборок (далее — ОТВС) в государство их поставщика, а также по методике определения количества возвращаемых продуктов переработки ОТВС.
3. Настоящее Руководство по безопасности распространяется на деятельность по транспортированию продуктов переработки ОТВС в государство их поставщика.
4. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения специалистами центрального аппарата Ростехнадзора и его межрегиональных территориальных управлений по надзору за ядерной и радиационной безопасностью, а также специалистами организаций, осуществляющих возврат продуктов переработки ОТВС в государство их поставщика.

II. Рекомендации по методике определения количества возвращаемых продуктов переработки отработавших тепловыделяющих сборок

5. При возврате продуктов переработки ОТВС в государство их поставщика рекомендуется соблюдать установленные условия возврата. В условия возврата рекомендуется включать положения, обеспечивающие выполнение требований безопасности при хранении и транспортировании ядерных материалов и радиоактивных отходов, получаемых в результате переработки ОТВС. Возврат ядерных материалов, получаемых в процессе переработки ОТВС, рекомендуется осуществлять в составе свежего ядерного топлива, предназначенного для использования в ядерном реакторе государства поставщика. Возврат радиоактивных отходов, получаемых в процессе переработки ОТВС, рекомендуется осуществлять в виде твердых радиоактивных отходов.

6. В качестве критерия, используемого при определении количества продуктов переработки, возвращаемых в государство поставщика ОТВС, рекомендуется использовать критерий равенства дозовых эквивалентов партий ввозимых ОТВС и возвращаемых продуктов переработки.

7. Дозовые эквиваленты партий ввозимых ОТВС и возвращаемых продуктов переработки рекомендуется определять как суммы произведений активностей радионуклидов, содержащихся в них, на дозовые коэффициенты для населения при пероральном поступлении радионуклидов в организм, выраженные в единицах эффективной дозы, приходящейся на единичную активность, поступившую в организм.

8. Дозовый эквивалент ввозимых ОТВС и возвращаемых радиоактивных отходов (далее – РАО) рекомендуется определять с использованием значений активностей радионуклидов в ОТВС и РАО на момент ввоза ОТВС в Российскую Федерацию и на момент отверждения (паспортизации) РАО, соответственно.

9. Дозовый эквивалент возвращаемых тепловыделяющих сборок (далее – ТВС), содержащих регенерированные ядерные материалы, рекомендуется определять с использованием значений активностей радионуклидов, которые содержатся в указанных ТВС на момент их фабрикации (паспортизации).

10. При определении дозового эквивалента партии ввозимых ОТВС и возвращаемых РАО рекомендуется учитывать продукты деления, продукты активации и актиноиды, вклад которых в дозовый эквивалент ОТВС и возвращаемых РАО составляет не менее 99 %. При определении дозового эквивалента ТВС, содержащих регенерированные ядерные материалы, рекомендуется учитывать все входящие в их состав актиноиды.

11. Расчет количества продуктов переработки ОТВС, возвращаемых в государство поставщика ОТВС, рекомендуется выполнять в соответствии с рекомендуемыми соотношениями, приведенными в приложении № 1 к настоящему Руководству по безопасности, в следующей последовательности:

- расчет активности продуктов деления, актиноидов и продуктов активации во ввозимых ОТВС на момент ввоза ОТВС в Российскую Федерацию;

- расчет активности продуктов деления, актиноидов и продуктов активации в возвращаемых РАО на момент отверждения (паспортизации) РАО;
- расчет активности продуктов деления, продуктов их распада и примесных радионуклидов в возвращаемых РАО, содержащих только определенную фракцию радионуклидов (в случае возврата таких РАО в государство поставщика ОТВС) на момент отверждения (паспортизации) РАО;
- расчет активности актиноидов в ТВС, содержащих регенерированные ядерные материалы (в случае возврата таких ТВС в государство поставщика ОТВС) на момент их фабрикации (паспортизации);
- расчет дозовых эквивалентов продуктов деления, актиноидов и продуктов активации, содержащихся во ввезенных ОТВС на момент их переработки, и использование их для вычисления суммарного дозового эквивалента ввезенных ОТВС;
- расчет дозового эквивалента отвержденных высокоактивных РАО, подлежащих возврату в государство поставщика;
- расчет дозового эквивалента ТВС, содержащих регенерированные ядерные материалы, подлежащих возврату в государство поставщика (в случае возврата таких ТВС в государство поставщика ОТВС).

12. При расчетах активности радионуклидов, содержащихся в ОТВС и продуктах их переработки, рекомендуется использовать программы для ЭВМ, прошедшие экспертизу в организации научно-технической поддержки уполномоченного органа государственного регулирования безопасности, определенной данным органом, или аналитические расчетные методики.

13. Рекомендуется подтверждать принятые в расчетах значения активности радионуклидов, содержащихся в ОТВС, результатами радиохимического анализа в рамках аналитического контроля раствора, полученного при растворении ОТВС. Если измеренные значения активности радионуклидов превышают расчетные, при определении активности подлежащих возврату РАО рекомендуется использовать измеренные значения активности радионуклидов.

14. Рекомендуемые значения дозовых коэффициентов основных радионуклидов, содержащихся в облученных тепловыделяющих сборках, радиоактивных отходах и необлученных ТВС, содержащих регенерированные ядерные материалы, приведены в приложении № 1 к настоящему Руководству по безопасности.

III. Рекомендации по обеспечению безопасности при транспортировании продуктов переработки

15. Рекомендуется организовывать инструктаж персонала, занятого при выполнении работ по обращению с упаковками, содержащими продукты переработки, в ходе их приемки, загрузки, хранения, погрузки, разгрузки и транспортирования, приемам безопасного обращения с упаковками.
16. Рекомендуется осуществлять практическую отработку действий по плану работ по ликвидации последствий аварий путем проведения учений.
17. При составлении плана работ по ликвидации последствий аварий рекомендуется учитывать опасные свойства продуктов переработки ОТВС.
18. Рекомендуется контролировать выполнение программ обеспечения качества на всех этапах деятельности по переработке ОТВС и возврату продуктов переработки в государство поставщика ОТВС.
19. При разработке отчета по обоснованию безопасности при обращении с продуктами переработки ОТВС при транспортировании в государство их поставщика рекомендуется руководствоваться рекомендациями руководства по безопасности при использовании атомной энергии РБ-163-19 «Рекомендации по составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности при обращении с ядерными материалами, радиоактивными веществами и радиоактивными отходами при их транспортировании», утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 23 декабря 2019 г. № 491.
20. Для целей разработки программы радиационной защиты при обращении с продуктами переработки ОТВС во время транспортирования в государство их поставщика рекомендуется руководствоваться рекомендациями руководства по безопасности при использовании атомной энергии «Состав и содержание программы радиационной защиты при транспортировании радиоактивных материалов» (РБ-127-17), утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 24 августа 2017 г. № 330.
21. Рекомендуется избегать перегрузки продуктов переработки из упаковок и не предусматривать временное (транзитное) хранение упаковок на пути следования.
22. На транспортном средстве, предназначенном для перевозки продуктов переработки, рекомендуется предусматривать несъёмные крепления упаковок, обеспечивающие надежное закрепление, во избежание самопроизвольного перемещения и опрокидывания упаковок при поворотах, толчках, торможении, качке и других воздействиях в нормальных условиях транспортирования.
23. При выборе способа транспортирования продуктов переработки предпочтение рекомендуется отдавать железнодорожному или морскому транспорту.
24. При транспортировании продуктов переработки железнодорожным транспортом рекомендуется использовать специальные поезда прямого назначения, состоящие только из вагонов с грузом и, при необходимости, вагонов сопровождения. Рекомендуется размещать сопровождающий персонал, в том числе охрану, в изолированных от груза служебных помещениях или в отдельных специально оборудованных для этих целей вагонах.

25. Маневры с железнодорожным подвижным составом, загруженным продуктами переработки, рекомендуется производить с особой осторожностью и не допускать пропуск такого состава через сортировочные горки без локомотивов, а также не допускать производство маневров толчками.

26. Лицам, сопровождающим радиоактивные материалы при транспортировании продуктов переработки железнодорожным транспортом, рекомендуется иметь при себе протоколы измерений радиационных характеристик транспортных упаковочных комплектов и железнодорожного подвижного состава, выполненных в соответствии с установленными требованиями.

Приложение № 1

к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облучённых тепловыделяющих сборок в государство их поставщика», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 декабря 2021 г. № 472.

Рекомендуемые соотношения для расчета активности продуктов переработки облученных тепловыделяющих сборок, возвращаемых в государство их поставщика

Суммарный дозовый эквивалент ОТВС рекомендуется определять с учетом распада радионуклидов за время технологического хранения ОТВС по формуле:

$$E^{\text{ОТВС}}(t_b) = \sum_{i=1}^k A_i^{\text{ПД}}(t_b) \cdot B_i^{\text{ПД}} + \sum_{i=1}^m A_i^{\text{АК}}(t_b) \cdot B_i^{\text{АК}} + \sum_{i=1}^n A_i^{\text{ПА}}(t_b) \cdot B_i^{\text{ПА}}, \quad (1)$$

где:

$E^{\text{ОТВС}}(t_b)$ — дозовый эквивалент ОТВС на момент ввоза ОТВС в Российскую Федерацию t_b (Зв);

$A_i^{\text{ПД}}(t_b)$, $A_i^{\text{АК}}(t_b)$, $A_i^{\text{ПА}}(t_b)$ — активности радионуклида i на момент ввоза ОТВС в Российскую Федерацию t_b , являющегося продуктом деления, актиноидом или продуктом активации, соответственно (Бк);

$B_i^{\text{ПД}}$, $B_i^{\text{АК}}$, $B_i^{\text{ПА}}$ — дозовый коэффициент радионуклида i , являющегося продуктом деления, актиноидом или продуктом активации, соответственно (Зв/Бк);

k , m , n — число учитываемых продуктов деления, актиноидов и продуктов активации.

В случае если возврату подлежат отвержденные высокоактивные РАО, содержащие полный набор радионуклидов, суммарный удельный дозовый эквивалент активности таких РАО на момент отверждения (паспортизации) РАО рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$e^{\text{РАО}}[(t)_n] = \sum_{i=1}^l a_i^{\text{РАО,ПД}}(t_n) \cdot B_i^{\text{ПД}} + \sum_{i=1}^s a_i^{\text{РАО,АК}}(t_n) \cdot B_i^{\text{АК}} + \sum_{i=1}^d a_i^{\text{РАО,ПА}}(t_n) \cdot B_i^{\text{ПА}}, \quad (2)$$

где:

$e^{\text{РАО}}(t_n)$ — удельный дозовый эквивалент активности РАО на момент отверждения (паспортизации) РАО t_n (Зв/м³);

$a_i^{\text{РАО,ПД}}(t_n)$, $a_i^{\text{РАО,АК}}(t_n)$, $a_i^{\text{РАО,ПА}}(t_n)$ — удельная активность в РАО i -го радионуклида, являющегося продуктом деления, актиноидом или продуктом активации, соответственно (Бк/м³);

l , s , d — число учитываемых продуктов деления, актиноидов и продуктов активации.

В случае, если возврату подлежат отвержденные высокоактивные РАО, содержащие только определенную фракцию радионуклидов, суммарный удельный дозовый эквивалент

активности таких РАО на момент отверждения (паспортизации) РАО рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$e^{\text{РАО}}(t_{\text{п}}) = \sum_{i=1}^l a_i^{\text{РАО,ФР}}(t_{\text{п}}) \cdot B_i^{\text{ФР}} + \sum_{i=1}^s a_i^{\text{РАО,ПП}}(t_{\text{п}}) \cdot B_i^{\text{ПП}} + \sum_{i=1}^d a_i^{\text{ПРИМ}}(t_{\text{п}}) \cdot B_i^{\text{ПРИМ}}, \quad (3)$$

где:

$e^{\text{РАО}}(t_{\text{п}})$ — удельный дозовый эквивалент активности РАО, содержащих только определенную фракцию радионуклидов, на момент отверждения (паспортизации) РАО $t_{\text{п}}$ (Зв/м³);

$a_i^{\text{РАО,ФР}}(t_{\text{п}})$, $a_i^{\text{РАО,ПП}}(t_{\text{п}})$, $a_i^{\text{ПРИМ}}(t_{\text{п}})$ — удельная активность в РАО i -го радионуклида, принадлежащего к определенной фракции, являющегося продуктом распада данной фракции или примесным нуклидом, соответственно (Бк/м³);

$B_i^{\text{ФР}}$, $B_i^{\text{ПП}}$, $B_i^{\text{ПРИМ}}$ — дозовый коэффициент радионуклида i , принадлежащего к определенной фракции, являющегося продуктом распада данной фракции или примесным нуклидом, соответственно (Зв/Бк);

l , s , d — число учитываемых радионуклидов, принадлежащих к определенной фракции, являющихся продуктом распада данной фракции или примесным нуклидом, соответственно.

В случае если возврату в государство поставщика ОТВС подлежат только РАО, объем РАО, подлежащих возврату на одну ввезенную ОТВС (м³/ОТВС), рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$V^{\text{РАО}} = \frac{E^{\text{ОТВС}}(t_{\text{в}})}{e^{\text{РАО}}(t_{\text{п}})}. \quad (4)$$

В случае если, помимо РАО, возврату в государство поставщика ОТВС подлежат необлученные ТВС, содержащие регенерированные ядерные материалы, дозовый эквивалент таких ТВС рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$E^{\text{рег}}(t_{\text{ф}}) = \sum_{i=1}^k A_i(t_{\text{ф}}) \cdot B_i, \quad (5)$$

где:

$E^{\text{рег}}(t_{\text{ф}})$ — дозовый эквивалент необлученных ТВС, содержащих регенерированные ядерные материалы, на момент их фабрикации (паспортизации) $t_{\text{ф}}$ (Зв);

$A_i(t_{\text{ф}})$ — активность i -го радионуклида в необлученных ТВС, содержащих регенерированные ядерные материалы, на момент их фабрикации (паспортизации) (Бк).

При определении активности радионуклидов, входящих в состав необлученных ТВС, содержащих регенерированные ядерные материалы, рекомендуется учитывать активность изотопов урана, плутония и продуктов их радиоактивного распада.

Объем РАО, подлежащих возврату на одну ввезенную ОТВС (м³/ОТВС), в случае если возврату подлежат РАО и необлученные ТВС, содержащие регенерированные ядерные материалы, рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$V^{\text{РАО}} = \frac{E^{\text{ОТВС}}(t_{\text{в}}) - E^{\text{рег}}(t_{\text{ф}})}{e^{\text{РАО}}(t_{\text{п}})}. \quad (6)$$

Приложение № 2

к руководству по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по обеспечению безопасности при возврате продуктов переработки облучённых тепловыделяющих сборок в государство их поставщика», утвержденному приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29 декабря 2021 г. № 472.

Рекомендуемые значения дозовых коэффициентов основных радионуклидов, содержащихся в облученных тепловыделяющих сборках, радиоактивных отходах и необлученных тепловыделяющих сборках, содержащих регенерированные ядерные материалы

Радионуклид	Дозовый коэффициент, Зв/Бк
^{232}U	3,3E-07
^{234}U	4,9E-08
^{235}U	4,6E-08
^{236}U	4,6E-08
^{237}U	7,6E-10
^{238}U	4,5E-08
^{239}Np	8,0E-10
^{238}Pu	2,3E-07
^{239}Pu	2,5E-07
^{240}Pu	2,5E-07
^{241}Pu	4,8E-09
^{242}Pu	2,4E-07
^{241}Am	2,0E-07
^{242}Am	3,0E-10
$^{242\text{m}}\text{Am}$	1,9E-07
^{243}Am	2,0E-07

Радионуклид	Дозовый коэффициент, Зв/Бк
^{242}Cm	1,2E-08
^{244}Cm	1,2E-07
^{245}Cm	2,1E-07
^3H	1,8E-11
^{14}C	5,8E-10
^{36}Cl	9,3E-10
^{41}Ca	2,9E-10
^{59}Ni	6,3E-11
^{60}Co	3,4E-09
^{63}Ni	1,5E-10
^{90}Sr	2,8E-08
^{93}Zr	2,8E-10
$^{93\text{m}}\text{Nb}$	1,2E-10
^{94}Nb	1,7E-09
^{99}Tc	7,8E-10
^{106}Ru	7,0E-09
^{121}Sn	2,3E-10
$^{121\text{m}}\text{Sn}$	3,8E-10
^{126}Sn	4,7E-09
^{125}Sb	1,1E-09
$^{125\text{m}}\text{Te}$	8,7E-10
$^{126\text{m}}\text{Sb}$	3,6E-11
$^{127\text{m}}\text{Te}$	2,3E-09
^{129}I	1,1E-07

Радионуклид	Дозовый коэффициент, Зв/Бк
^{134}Cs	1,9E-08
^{135}Cs	2,0E-09
^{137}Cs	1,3E-08
^{147}Pm	2,6E-10
^{151}Sm	9,8E-11
^{152}Eu	1,4E-09
^{154}Eu	2,0E-09
^{155}Eu	3,2E-10
^{210}Pb	6,8E-07

* Дозовые коэффициенты установлены в соответствии с положениями Общих требований безопасности МАГАТЭ GSR Part 3 «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности» для перорального поступления радионуклидов.