

УДК: 621.039

DOI: 10.26277/SECNRS.2020.96.2.001

О ПЕРЕСМОТРЕ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ «ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕВОЗКИ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ» SSR-6

Курьиндин А. В., к. т. н. (kuryndin@secnrs.ru), Киркин А. М. (kirkin@secnrs.ru),
Синегрибов С. В. (sinegribov@secnrs.ru), Новаков И. Г. (novakov@secnrs.ru) (ФБУ «НТЦ ЯРБ»),
Кислов А. И. (a.kislov@gosnadzor.ru) (Ростехнадзор)

Статья поступила в редакцию 08.04.2020 г.

В 2018 г. в рамках очередного цикла пересмотра документа МАГАТЭ «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов» SSR-6 (редакция 2012 г.) внесен ряд изменений, учитывающих современные подходы к регулированию безопасности при транспортировании радиоактивных материалов и обобщающих международный опыт осуществления перевозок грузов с радиоактивными материалами различными видами транспорта. В статье приведен обзор основных изменений и представлен анализ необходимости внесения соответствующих изменений в действующие федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» (НП-053-16), ранее гармонизированные с положениями МАГАТЭ SSR-6 (редакция 2012 г.).

► **Ключевые слова:** транспортирование, радиоактивные материалы, крупногабаритные грузы, перевозчик груза, механизмы старения.

OVERVIEW OF THE IAEA SAFETY STANDARDS «REGULATIONS FOR THE SAFE TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIAL» SSR-6

Kuryndin A. V., Ph. D., Kirkin A. M.,
Sinigribov S. V., Novakov I. G. (SEC NRS),
Kislov A. I. (Rostechnadzor)

Article received on 08 April 2020

In 2018, several changes were introduced to the IAEA document "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" SSR-6 (2012 edition) as part of the regular review cycle. These changes take into account modern approaches to regulation of safety during transportation of radioactive materials and summarize international transportation experience by various modes of transport. This article presents an overview of the main changes in SSR-6. A review necessity analysis of federal rules and regulations "Safety Rules in Transportation of Radioactive Materials" (NP-053-16) (which are harmonized with 2012-th edition of SSR-6) is also presented.

► **Keywords:** transport, radioactive materials, large components, carrier, ageing mechanisms.

Действующая редакция федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» НП-053-16 [1], устанавливающая требования безопасности при транспортировании радиоактивных материалов (РМ), разрабатывалась на основе документа МАГАТЭ «Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов» SSR-6 редакции 2012 г. (SSR-6) [2].

С 2012 г. подходы к регулированию безопасности при транспортировании РМ в различных странах претерпели изменения, обусловленные, в том числе:

необходимостью транспортирования имеющих радиоактивное загрязнение крупногабаритных грузов, образующихся при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии;

необходимостью учета эффектов старения конструкций упаковок;

изменениями порядка разработки мероприятий по обеспечению готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании грузов РМ.

С целью актуализации существующих требований МАГАТЭ в рамках рабочих групп Комитета по нормам безопасности транспортировки радиоактивных материалов (TRANSSEC) [3] с 2014 г. обсуждалась возможность внесения изменений в SSR-6 [2], что и было реализовано в 2018 г. (выпущены SSR-6 (Rev. 1) [4]).

Большая часть изменений, внесенных в SSR-6 [2] в ходе их пересмотра в 2018 г., носила редакционный или уточняющий характер, однако некоторые требования претерпели существенные изменения. В настоящей статье рассмотрены основные изменения, внесенные в SSR-6 [2], а также оценена необходимость внесения аналогичных изменений в действующие федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-053-16 [1].

Одним из наиболее существенных изменений в SSR-6 [4] является введение новой группы грузов с поверхностным радиоактивным загрязнением ОПРЗ-III. Как отмечено в SSR-6 [4], пределы активности для данных грузов могут превышать значения для грузов ОПРЗ-II, установленных в таблице 6 SSR-6 [4]. Кроме того, конструирование упаковок для транспортирования грузов РМ, образовавшихся при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии, может быть затруднительным и экономически невыгодным, так как их масса может достигать нескольких сотен тонн, а их габаритные размеры могут составлять более 10 м. В связи с этим в SSR-6 [4] была введена новая группа грузов

ОПРЗ-III, при обращении с которыми должны быть предусмотрены меры предосторожности, учитывающие особенности транспортирования таких крупногабаритных грузов.

Согласно SSR-6 [4] ОПРЗ-III – твердый крупногабаритный объект, размеры которого не позволяют перевозить его в упаковке и который удовлетворяет следующим требованиям:

все отверстия должны быть закрыты с целью предотвращения выхода РМ;

внутренняя поверхность объекта должна быть сухой, насколько это возможно;

нефиксированное радиоактивное загрязнение на доступной поверхности, усредненное по площади 300 см² (или по всей поверхности, если ее площадь меньше 300 см²), не должно превышать 4 Бк/см² для бета- и гамма-излучателей, альфа-излучателей низкой токсичности (комментарии к п. 5.3.9 НП-053-16 из Справочных материалов [5]) и 0,4 Бк/см² для всех других альфа-излучателей;

нефиксированное радиоактивное загрязнение плюс фиксированное радиоактивное загрязнение на недоступной поверхности, усредненное по площади 300 см² (или по всей поверхности, если ее площадь меньше 300 см²), не должно превышать $8 \cdot 10^5$ Бк/см² для бета- и гамма-излучателей, альфа-излучателей низкой токсичности и $8 \cdot 10^4$ Бк/см² для всех других альфа-излучателей.

Безопасность транспортирования грузов ОПРЗ-III должна быть подтверждена соответствующим сертификатом-разрешением. Согласно SSR-6 [4] выдача такого сертификата-разрешения осуществляется компетентным органом (в Российской Федерации функции компетентного органа выполняет ГК «Росатом» [6]) на основании заявления на разрешение отправки грузов ОПРЗ-III, которое должно включать:

описание груза и причины его отнесения к группе ОПРЗ-III;

обоснование необходимости перевозки груза как ОПРЗ-III путем демонстрации отсутствия в настоящее время подходящей упаковки, невозможности (нецелесообразности) разработки (изготовления) упаковки для данного груза, а также отсутствия иных вариантов обращения с данным РМ;

подробное описание предполагаемого РМ с указанием его физических и химических характеристик, типа испускаемого ионизирующего излучения, а также описание конструкции ОПРЗ-III, включая чертежи, спецификации и способ производства; план перевозки груза ОПРЗ-III (План перевозки);

программу обеспечения качества при транспортировании;

иную необходимую информацию по обеспечению безопасности при транспортировании груза ОППЗ-III.

SSR-6 [4] включают в себя дополнительные требования к обеспечению безопасности при транспортировании грузов ОППЗ-III. В частности, в п. 520 SSR-6 [4] указано, что транспортирование грузов ОППЗ-III железнодорожным, автомобильным и водным видами транспорта должно осуществляться только на условиях исключительного использования (комментарии к п. 12 приложения № 1 к НП-053-16 из Справочных материалов [5]). Отдельно стоит отметить, что штабелирование грузов ОППЗ-III запрещено.

Также в п. 520 SSR-6 [4] приведены требования к Плану перевозки. Согласно SSR-6 [4] все виды деятельности, связанные с транспортированием грузов ОППЗ-III, включая обеспечение радиационной защиты, аварийное реагирование и любые применимые меры предосторожности, необходимо описывать в Плане перевозки, который должен включать меры по предотвращению:

выхода или рассеяния радиоактивного содержимого;

нарушения целостности элементов, выполняющих функции радиационной защиты, которое приводило бы к увеличению более чем на 20 % уровня излучения на любой внешней поверхности ОППЗ-III.

С целью подтверждения способности выдерживать грузами ОППЗ-III нормальные условия перевозки необходимо проводить такие испытания, которые предусмотрены для упаковок типа ПУ-2, за исключением испытаний на свободное падение и штабелирование SSR-6 [4].

Значение транспортного индекса (ТИ) для грузов ОППЗ-III, согласно SSR-6 [4], определяется таким же образом, как и для грузов ОППЗ-I. ТИ характеризует степень радиационной опасности при проведении работ с ОППЗ-III и определяется обследованием всех поверхностей груза на расстоянии 1 м. Максимальная измеренная мощность дозы излучения является определяющей для ТИ. Поскольку для крупногабаритных грузов ослабление излучения с увеличением расстояния от груза происходит в меньшей степени, чем для небольших грузов, необходимо использовать коэффициенты пересчета ТИ для крупногабаритных грузов, которые приведены в таблице 7 SSR-6 [4] (таблица 5 приложения № 4 к НП-053-16 [1]).

Данные коэффициенты учитывают тот факт, что крупногабаритные грузы не могут рассматриваться как точечный источник.

Введение новой группы ОППЗ-III также повлекло за собой изменение требований в части нанесения опознавательных знаков SSR-6 [4]. Изображение номера ООН предоставляет информацию о типе перевозимого РМ. Эта информация важна в случае инцидентов или аварий, а также помогает лицам, ответственным за аварийное реагирование, выбирать надлежащие противоаварийные действия. Номера ООН для РМ были согласованы в рамках международного сотрудничества между Комитетом экспертов ООН по перевозке опасных грузов и МАГАТЭ. Согласно SSR-6 [4] грузу ОППЗ-III необходимо присваивать такой же, как и для других групп ОППЗ, номер 2913 в соответствии с классификацией ООН «Радиоактивный материал, объекты с поверхностным радиоактивным загрязнением (ОППЗ-I или ОППЗ-II, ОППЗ-III), неделимый или делящийся-освобожденный».

Представленные с целью регулирования безопасности объектов с поверхностным радиоактивным загрязнением ОППЗ-III изменения в SSR-6 [4] по большей части не учитываются нормативными правовыми актами Российской Федерации. В настоящее время в Российской Федерации отсутствует опыт вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии [7], имеющих массивные конструкционные элементы со значительным поверхностным загрязнением, а концепция вывода из эксплуатации «захоронение на месте» не требует транспортирования грузов РМ, подпадающих под классификацию ОППЗ-III. Несмотря на отсутствие необходимости срочного пересмотра существующих требований, изменения SSR-6 [4] в части введения новой группы объектов с поверхностным радиоактивным загрязнением, по мнению авторов, могут быть учтены при очередном внесении изменений в НП-053-16 [1].

Изменения SSR-6 [4] коснулись также испытаний РМ с низкой удельной активностью НУА-III. Так, в SSR-6 [4] отсутствуют требования о необходимости проведения испытаний на выщелачивание РМ НУА-III, которые, в соответствии с определением 17.3 приложения № 1 к НП-053-16 [1], имеют твердую форму (исключая порошки) и малорастворимы в воде или по своей природе содержатся в малорастворимой основной массе.

Следует отметить, что предел по активности НУА-III установлен в SSR-6 [2] исходя из двадцатикратного превышения предела активности матери-

ала НУА-II, который, в свою очередь, установлен с учетом консервативных предположений исходя из условия непревышения допустимого дозового воздействия (50 мЗв) на человека, находящегося в непосредственной близости от места аварии. Таким образом, теоретически увеличение предела по активности в 20 раз может привести к пропорциональному увеличению дозового воздействия на человека. Несмотря на дополнительное ограничение по агрегатному состоянию РМ, на момент разработки SSR-6 [2] отсутствовали достоверные данные по выходу и распространению твердых РМ при возникновении аварии в процессе транспортирования. Данное обстоятельство привело к установлению в SSR-6 [2] дополнительного требования о необходимости проведения испытаний на выщелачивание для материалов НУА-III.

При разработке изменений SSR-6 [4] были учтены результаты исследований поведения различных видов РМ при возможных авариях в процессе транспортирования, проведенных в период с 2007 по 2013 гг. [8 – 10]. В указанных исследованиях, в том числе, проводились оценки механизмов выхода и распространения РМ в различных агрегатных состояниях, которые продемонстрировали, что наибольшее дозовое воздействие на человека за счет ингаляции радиоактивных веществ будет наблюдаться при аварии с выходом и распылением материала в форме порошка. Исследования показали, что выход радиоактивного содержимого при аварии с НУА-III почти в 100 раз ниже, чем аналогичный показатель для НУА-II. С учетом увеличенной удельной активности материалов НУА-III доза, получаемая человеком за счет поступления в организм радиоактивных веществ, будет в 5 раз ниже, чем максимально возможная доза при аварии с материалом НУА-II.

Таким образом, исследования [8 – 10] показали отсутствие необходимости в проведении дополнительных испытаний для материалов НУА-III, а также подтвердили необходимость исключения порошкообразных твердых материалов из определения материалов НУА-III. Так, по оценкам [8 – 10] максимальное дозовое воздействие на человека, находящегося в непосредственной близости от места аварии с материалами НУА-III в форме порошка, может достигать 200 мЗв, что в 4 раза превышает допустимый предел (50 мЗв).

Указанное изменение SSR-6 [4] упрощает процесс подтверждения возможности транспортирования материалов НУА-III, но не вносит каких-либо изменений в подходы к обеспечению

безопасности при транспортировании таких РМ. Тем не менее указанную особенность, по мнению авторов, также следует учесть при очередном внесении изменений в НП-053-16 [1].

Другим ключевым изменением SSR-6 [4], на которое следует обратить особое внимание, является распределение ответственности по разработке мероприятий по аварийной готовности и реагированию. В частности, в соответствии с SSR-6 [4], грузоотправитель и перевозчик груза обязаны заранее разработать мероприятия по предупреждению транспортных происшествий и аварий, а также мероприятия по ликвидации их последствий в соответствии с национальными и (или) международными требованиями по аварийным мероприятиям и системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Разработанные мероприятия по аварийной готовности и реагированию должны основываться на дифференцированном подходе и выполненном анализе возможных аварий при транспортировании рассматриваемых РМ SSR-6 [4]. Однако действующими федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии НП-074-06 [11], устанавливающими требования к планированию и обеспечению готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании РМ, не определена ответственность перевозчика груза за разработку Плана работ по ликвидации последствий аварий и выполнение мероприятий по ликвидации последствий аварий при транспортировании грузов РМ.

Отмеченное изменение SSR-6 [4] учтено при разработке проекта изменений в НП-074-06 [11], после утверждения которого стоит пересмотреть требования НП-053-16 [1] в этой части.

В целях гармонизации SSR-6 [2] с положениями SSG-48 [12] в SSR-6 [4] также сформулировано новое требование о необходимости учета механизмов старения упаковок любого типа. Согласно SSG-48 [12] при конструировании упаковок необходимо учитывать, что элементы упаковки могут быть подвержены механизмам старения, вызванным, в том числе:

- радиационным охрупчиванием;
- коррозийным растрескиванием;
- усталостной коррозией;
- механическим износом.

С учетом положений SSG-48 [12] при рассмотрении механизмов старения упаковок необходимо проводить анализ влияния снижения прочности, стойкости и других механических характеристик упаковок на безопасность при транспортировании

РМ, принимать соответствующие корректирующие действия и осуществлять управление ресурсом путем проведения технического обслуживания упаковок.

В настоящее время в нормативной базе Российской Федерации присутствует руководство по безопасности при использовании атомной энергии РБ-048-09 [13], которое содержит рекомендации по реализации требований по продлению назначенного срока эксплуатации объектов использования атомной энергии применительно к транспортным упаковочным комплектам. Однако следует отметить целесообразность включения требований SSR-6 [4] о необходимости учета механизмов старения конструкций упаковок при очередном внесении изменений в НП-053-16 [1].

При очередном внесении изменений в НП-053-16 [1], по мнению авторов, также необходимо учесть введенные в SSR-6 [4] значения пределов активности A_1 и A_2 , а также значения удельной активности и пределов активности для веществ, на которые не распространяются SSR-6 [4]: для радионуклидов ^{135m}Ba , ^{69}Ge , ^{193m}Ir , ^{57}Ni , ^{83}Sr , ^{149}Tb и ^{161}Tb .

С целью конкретизации требований к маркировке упаковок в SSR-6 [4] приведен ряд новых положений. Так, например, любая маркировка, которая соответствует конструкции упаковки и не относится к номеру ООН или транспортному наименованию, должна быть удалена. Также в SSR-6 [4] в части требований к типам и обозначению сертификатов-разрешений исключено требование о необходимости добавления «-96» в сертификат-разрешение на упаковку с РМ особого вида или РМ с низкой способностью к рассеянию. Несмотря

на то, что данные изменения SSR-6 [4] не относятся к требованиям по обеспечению безопасности при транспортировании РМ, их можно рассматривать как редакционные и, при необходимости, учесть при очередном внесении изменений в НП-053-16 [1].

Изменениям SSR-6 [4] также подвергся порядок использования ранее разработанных или изготовленных упаковочных комплектов. Согласно SSR-6 [4] упаковки, которые соответствуют требованиям предыдущих редакций SSR-6, а именно: 1996, 2003, 2005, 2009 или 2012 гг. редакции, могут и далее использоваться для транспортирования РМ при выполнении условий, описанных в п. 819 SSR-6 [4]. В настоящее время, в соответствии с требованиями раздела 4.3 НП-053-16 [1], ранее изготовленные РМ особого вида, а также упаковочные комплекты, для конструкции которых необходимо наличие сертификата-разрешения, могут использоваться до окончания срока их службы. Продление срока эксплуатации упаковок должно осуществляться в соответствии с требованиями НП-024-2000 [14] и рекомендациями РБ-048-09 [13].

В целом гармонизация требований НП-053-16 [1] с подходами МАГАТЭ SSR-6 [2] позволяет обеспечить эффективное регулирование безопасности при проектировании, изготовлении, испытаниях, обслуживании и ремонте упаковочных комплектов, а также подготовке к загрузке, отправке, перевозке (включая временное/транзитное хранение), разгрузке и приемке грузов РМ. Тем не менее острой необходимости внесения изменений, по мнению авторов, нет, а большая часть представленных в настоящей работе изменений SSR-6 [2] может быть учтена при очередном внесении изменений в НП-053-16 [1].

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов. НП-053-16: утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.09.2016 № 388 (зарегистрирован Минюстом России 24.01.2017 № 45375, вступил в силу 05.02.2017).
2. Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2012 Edition No. SSR-6. IAEA, Vienna, 2012.
3. TRANSSC, September meeting WG 1, Freight containers, large objects, special arrangements, 2015. – URL: <http://www-ns.iaea.org/committees/files/TRANSSC/1598/INF-05ProposalsinThematicGroupsTRANSSC31Decisionsrev.1.pdf> (дата обращения: 10.04.2020).
4. Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2018 Edition No. SSR-6 (Rev. 1). IAEA, Vienna, 2018.
5. Справочные материалы к федеральным нормам и правилам в области использования атомной энергии «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» (НП-053-16). – М.: ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2019. – 455 с.

6. О государственном компетентном органе по ядерной и радиационной безопасности при перевозках ядерных материалов, радиоактивных веществ и изделий из них: постановление Правительства Российской Федерации от 19.03.2001 № 204.

7. Годовой отчет АО «Концерн Росэнергоатом» за 2018 год. – URL: <https://www.rosenergoatom.ru/upload/iblock/452/452ecc5052f968acd7f9728d8730456a.pdf> (дата обращения: 10.04.2020).

8. Nolte O., Koch W., Lödding H., Lange F., Martens R., Hörmann E. Testing of packages with LSA materials in very severe mechanical impact conditions with measurement of airborne release: Proceedings of the 15th International Symposium on Packaging and Transportation of Radioactive Materials. – PATRAM, Miami, FL, USA, 2007.

9. Lange F., Martens R., Nolte O., Lödding H., Koch W., Hörmann E. Testing of packages with LSA materials in very severe mechanical impact conditions with measurement of airborne release // Journal of Packaging, Transport, Storage & Security of Radioactive. 2007. Vol. 18. No. 2. Pp. 59 – 71.

10. Lange F., Martens R., Hörmann E., Koch W., Nolte O., Malesys P., Hughes S. Development of methodologies and small scale demonstration tests for the assessment of aerosol-borne release of radioactive materials in different transport situations – final report. Commission of the European Communities. Customer's contract No. 4 1020/D/02-002, 2004.

11. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Требования к планированию и обеспечению готовности к ликвидации последствий аварий при транспортировании ядерных материалов и радиоактивных веществ. НП-074-06: утверждены постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12.12.2006 № 8. Введены с 01.06.2007.

12. Ageing Management and Development of a Program for Long Term Operation of Nuclear Power Plants, 2018 Edition No. SSG-48. IAEA, Vienna, 2018.

13. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии. Продление срока эксплуатации транспортных упаковочных комплектов, применяемых для транспортирования отработавшего ядерного топлива. РБ-048-09: утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 23.07.2009 № 644.

14. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Требования к обоснованию возможности продления назначенного срока эксплуатации объектов использования атомной энергии. НП-024-2000: утверждены постановлением Госатомнадзора России от 28.12.2000 № 16. Введены с 01.07.2001. С изменениями, внесенными приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 363 от 11.09.2017.

References

1. Federal nuclear safety regulations. Safety rules in transportation of radioactive materials. NP-053-16: approved by the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service order № 388 of 15.09.2016 (registered by the Ministry of Justice of Russia on 24.01.2017 under the reference number 45375; valid since 05.02.2017).

2. Regulations for the safe transport of radioactive material, 2012 Edition No. SSR-6. IAEA, Vienna, 2012.

3. TRANSSC, September meeting WG 1, Freight containers, large objects, special arrangements, 2015. – URL: <http://www-ns.iaea.org/committees/files/TRANSSC/1598/INF-05ProposalsinThematicGroupsTRANSSC31Decisionsrev.1.pdf> (reference date: 10.04.2020).

4. Regulations for the safe transport of radioactive material, 2018 Edition No. SSR-6 (Rev. 1). IAEA, Vienna, 2018.

5. Reference materials for the federal nuclear safety regulation “Safety rules in transportation of radioactive materials” (NP-053-16). Moscow, SEC NRS, 2019. – 455 p.

6. The state nuclear and radiological authority for transportation of nuclear material, radioactive substances, and articles made from them. Ordinance of the Russian Federation Government № 204 of 19.03.2001.

7. Annual report of Rosenergoatom for 2018. – URL: <https://www.rosenergoatom.ru/upload/iblock/452/452ecc5052f968acd7f9728d8730456a.pdf> (reference date: 10.04.2020).

8. Nolte O., Koch W., Lödding H., Lange F., Martens R., Hörmann E. Testing of packages with LSA materials in very severe mechanical impact conditions with measurement of airborne release: Proceedings of the 15th

International Symposium on Packaging and Transportation of Radioactive Materials. PATRAM, Miami, FL, USA, 2007.

9. Lange F., Martens R., Nolte O., Lödding H., Koch W., Hörmann E. Testing of packages with LSA materials in very severe mechanical impact conditions with measurement of airborne release. *Journal of Packaging, Transport, Storage & Security of Radioactive Material*. 2007. Vol. 18. No. 2. Pp. 59 – 71.

10. Lange F., Martens R., Hörmann E., Koch W., Nolte O., Malesys P., Hughes S. Development of methodologies and small scale demonstration tests for the assessment of aerosol-borne release of radioactive materials in different transport situations. Final report. Commission of the European Communities. Customer's contract No. 4 1020/D/02-002, 2004.

11. Federal nuclear safety regulations. Requirements to planning and preparedness to eliminate consequences of accidents during transportation of nuclear materials and radioactive substances. NP-074-06: approved by the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service ordinance № 8 of 12.12.2006. Valid since 01.06.2007.

12. Ageing management and development of a program for long-term operation of nuclear power plants. 2018 Edition No. SSG-48. IAEA, Vienna, 2018.

13. Nuclear Safety Guide. Life-time Extension of Transportation Packages Designed for Transport of Spent Nuclear Fuel. RB-048-09. Approved by the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service order № 644 of 23.07.2009.

14. Federal nuclear safety regulations. Requirements to Justification of the Possibility to Extend Design Life-time of Nuclear Facilities. NP-024-2000. Approved by Gosatomnadzor ordinance № 16 of 28.12.2000. Valid since 01.07.2001. As amended by the order of the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service № 363 of 11.09.2017.

