

- International Basic Safety Standards. General Safety Requirements No. GSR Part 3, IAEA: Vienna (2014) and safety of radiation sources: international basic safety standards. GSR Part 3. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2014. (in Russian)
27. Radiation Safety Standards NRB-99/2009. Sanitary regulations and standards 2.6.1.2523–09. Moscow; 2009. (in Russian)
28. Uyba V.V., Samoylov A.S., Shandala N.K., Romanov V.V. Radiation Protection and Health of Nuclear Workers and the Population Living in the Vicinity of the Russian Radiation Hazardous Facilities. In: Proceedings of the Plenary Meeting of the Opening of X Russian Scientific Conference «Radiation Protection and Radiation Safety in Nuclear Technologies»

- [Materialy dokladov Plenarnogo zasedaniya otkrytiya X Rossiyskoy nauch-hnoy konferentsii «Radiatsionnaya zashchita i radiatsionnaya bezopasnost' v yadernykh tekhnologiyakh»]. Moscow–Obninsk; 2015. (in Russian)
29. Lyaginskaya A.M., Petoyan I.M., Osipov V.A., Ermalitskiy A.P., Kiselev S.M., Akhromeev S.V., et al. State of Health of the Population Living in the Vicinity of the Enterprise for radioactive Waste management FEC DalRAO. Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'. 2016; 61(2): 30–45. (in Russian)
30. IAEA International Forum on the Regulatory Supervision of Legacy Sites. TECDOC. Vienna: IAEA; 2016.

Поступила 20.06.17
Принята к печати 05.07.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.7:621.039.7

Лащенко Т.Н.¹, Семеновых С.В.², Ермаков А.И.²

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

¹ФГБУ ГНЦ РФ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123182, Москва;

²АО «Федеральный центр ядерной и радиационной безопасности», 115409, Москва;

В данной статье рассматривается опыт проведения работ по рекультивации объектов и территорий, загрязнённых техногенными альфа-излучателями. В работе рассматриваются основные критерии контроля радиационнобезопасного состояния помещений, приводится обоснование остаточной активности для дезактивации, контрольных уровней для контроля загрязнения техногенными альфа-излучателями рабочих поверхностей, обоснование критериев приемлемости радиационнобезопасного состояния зданий.

Ключевые слова: радиационное обследование, контрольные уровни, дезактивационные работы, критерии приемлемости радиационно безопасного состояния помещений.

Для цитирования: Лащенко Т.Н., Семеновых С.В., Ермаков А.И. Обеспечение требований радиационной безопасности при выводе из эксплуатации радиационно опасных объектов. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(9): 818–821. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-818-821>

Для корреспонденции: Лащенко Татьяна Николаевна, д-р биол. наук, канд. хим. наук, ФГБУ ГНЦ РФ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123182, Москва. E-mail: tlaschenova@yandex.ru

Lashchenova T.N.¹, Semenovych S.V.², Ermakov A.I.³

PROVISION OF RADIATION SAFETY REQUIREMENTS FOR DECOMMISSIONING RADIATION-DANGEROUS OBJECTS FROM OPERATION

¹A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Centre, Moscow, 123182, Russian Federation;

²Scientific and Technical Center of Radiation Chemical Safety and Hygiene, Moscow, 123103, Russian Federation;

In this article there is considered the experience of carrying out works on the reclamation of objects and territories contaminated by technogenic alpha emitters. The paper presents main criteria for monitoring the radiation safety of premises, provides a rationale for the residual activity for decontamination, control levels for control of pollution by technogenic alpha emitters of working surfaces, and justification of the criteria for the acceptability of radiation-safe buildings.

Key words: radiation survey; control levels; decontamination works; criteria for acceptability of radiation-safe state of premises.

For citation: Lashchenova T.N., Semenovych S.V., Ermakov A.I. Provision of radiation safety requirements for decommissioning radiation-dangerous objects from operation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(9): 818–821. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-818-821>

For correspondence: Tatyana N. Lashchenova, MD, PhD, Dsci., A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Centre, Moscow, 123182, Russian Federation. E-mail: tlaschenova@yandex.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 20 June 2017

Accepted: 05 July 2017

Опыт вывода из эксплуатации таких ядерных и радиационно опасных объектов (ЯРОО), как большие здания и сооружения, тем более расположенные в таком густонаселённом мегаполисе, как Москва, недостаточен.

При практическом выполнении в 2014–2015 гг. вывода из эксплуатации радиационно опасного объекта корпуса «Б» АО «ВНИИМ» накоплен большой объём наработок, связанных с обеспечением требований радиационной безопасности при организации и проведении работ, которые систематизированы и представлены в этой статье.

Объём таких работ будет увеличиваться с каждым годом. За 65-летний срок развития атомной отрасли объекты, которые были запущены в эксплуатацию первыми, начинают заканчивать свой жизненный цикл и нуждаются в выводе из эксплуатации. Предстоящий объём работ по выводу из эксплуатации ЯРОО представлен в Федеральной целевой программе «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года». Важность научного и методического обеспечения этих работ является бесспорной, актуальность не вызывает сомнения и является целью данной работы.

Программа радиационного обследования помещений здания, выводимого из эксплуатации, направлена на контроль не превышения допустимых уровней радиоактивного загрязнения и мощности дозы, установленных в НРБ-99/2009 [1] и ОСПОРБ-99/2010 [2]. Применительно к контролю строительных конструкций исходили из того, что в них не должно быть превышено содержание радионуклидов с учётом перспективы их сноса и удаления отходов в качестве общепромышленных.

Контрольные уровни плотностей потоков α - и β -излучения после проведения дезактивационных работ

В соответствии с п. 3.11.2 ОСПОРБ-99/2010 [2] не допускается нефиксированное (снимаемое) радиоактивное загрязнение поверхности материалов, изделий, транспортных средств и помещений, предназначенных для использования в хозяйственной деятельности, превышающее 0,4 Бк/см² для бета-излучающих и 0,04 Бк/см² для альфа-излучающих радионуклидов. Указанные значения поверхностной активности использовались в качестве контрольных уровней нефиксированного (снимаемого) радиоактивного загрязнения поверхностей помещений (см. таблицу) после проведения дезактивационных работ, при достижении которых дальнейшее снижение поверхностного радиоактивного загрязнения путем дезактивации нецелесообразно.

Из консервативных соображений все значения радиоактивного загрязнения, измеренные прямым приборным методом, целесообразно отнести к значениям нефиксированного (снимаемого) радиоактивного загрязнения.

Контрольный уровень МАЭД гамма-излучения после проведения дезактивационных работ

Учитывая специфику радиоактивного загрязнения (наличие трансураниевых радионуклидов, не имеющих легко регистрируемого гамма-излучения), в качестве величины контрольного уровня МАЭД «надфонового» (обусловленного только техногенными источниками) гамма-излучения в помещениях корпуса Б ОАО «ВНИИИМ» после проведения дезактивационных работ принималась величина 0,06 мкЗв/ч. При достижении указанного контрольного уровня МАЭД гамма-излучения дальнейшая дезактивация поверхностей и строительных конструкций для снижения МАЭД гамма-излучения считалась нецелесообразной.

Выбор в качестве контрольного уровня МАЭД гамма-излучения значения 0,06 мкЗв/ч, используемого в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 (табл. 3.3.1) при проектировании защиты от внешнего излучения для категории облучаемых лиц «население», обеспечивает возможность участия работников, не являющихся персоналом, в работах по демонтажу здания корпуса «Б», предварительно очищенного от радиоактивного загрязнения до уровней, допускающих вывоз демонтированных конструкций здания в качестве общепромышленных отходов.

Предельная остаточная удельная активность α -излучающих радионуклидов в отходах

В качестве контрольного уровня удельной активности техногенных альфа-излучателей в отходах, не превышение которого гарантирует возможность их утилизации по нормам и правилам, применяемым для общепромышленных отходов, была рекомендована величина суммарного содержания ²⁴¹Am и альфа-излучающих радионуклидов плутония в грунтах, строительном мусоре, металлических изделиях 400 Бк/кг, характеризующая нижнюю границу отнесения отходов к очень низко активным отходам:

$$400 \leq \sum A_{\gamma, \text{TRU}_i} \leq 1000 \text{ Бк/кг},$$

где A_{γ, TRU_i} – удельные активности альфа-излучающих радионуклидов трансураниевых элементов в строительных конструкциях внутри помещений корпуса «Б».

Обоснование данного значения провели на основе анализа литературных данных и оценки возможных доз облучения населения при проведении работ [3].

Контрольные уровни нефиксированного (снимаемого) радиоактивного загрязнения

Объект загрязнения	Контрольные уровни радиоактивного загрязнения после проведения дезактивационных работ	
	Бк/см ² (α -част./((см ² ·мин))	Бк/см ² (β -част./((см ² ·мин))
Поверхности материалов, изделий, транспортных средств и помещений, предназначенных для использования в хозяйственной деятельности	0,04 (1,2)*	0,4 (12)*

Примечание. * – Документ Роспотребнадзора от 04.04.2014 «Об организации работы по реализации Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 16.09.2013 г. № 43. Пояснения к изменениям № 1 ОСПОРБ-99/2010 и изменениям № 2 СПОРО-2002» (п. 9) «...следует учитывать, что поверхностное радиоактивное загрязнение 0,4 Бк/см² соответствует 12 част./((см²·мин), а 0,04 Бк/см² – 1,2 част./((см²·мин) (<http://37.gospotrebnadzor.ru/document/3337/>).

Критерии приемлемости радиационно безопасного состояния помещений и контрольные уровни радиационных факторов в помещениях с учётом значений средне-фоновых показателей

Критерии приемлемости радиационно безопасного состояния помещений устанавливались с учётом среднефоновых значений радиационных показателей – значений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, плотностей потоков альфа- и бета-излучения и их стандартных отклонений (P_{ϕ} , $\sigma_{\phi\gamma}$, $N_{\alpha\phi}$, $\sigma_{\alpha\phi}$, $N_{\beta\phi}$, $\sigma_{\beta\phi}$, $A_{\text{ест}}$, $\sigma_{\text{ест}}$) и значений вышеприведенных контрольных уровней. Критерием приемлемости помещений по результатам измерения контролируемых радиационных величин в любой точке помещения является не превышение значений контрольных уровней с учётом среднефоновых показателей.

Измерения фоновых значений мощностей амбиентного эквивалента дозы в помещениях

Места измерений среднефоновых значений МАЭД определяют исходя из предварительно полученных данных радиационных обследований помещений.

Для оценки фоновых значений отбирают «условно-чистые» помещения на каждом этаже (не менее трёх), в которых МАЭД находится в диапазоне 0,1–0,3 мкЗв/ч.

В этих помещениях проводят детальную гамма-съёмку по прямоугольной сетке размером 1 × 2 м. Измерения проводятся на расстоянии 0,1 м от исследуемой поверхности (пол, стены).

Среднефоновое значение МАЭД в каждом помещении определяют по формуле:

$$\bar{P}_{\phi i} = \frac{1}{N} \sum_i^N P_i \quad (1)$$

где $\bar{P}_{\phi i}$ – среднефоновое значение МАЭД по i -тому помещению, мкЗв/ч; P_i – измеренная мощность амбиентного эквивалента дозы в i -той точке помещения, мкЗв/ч; N – число точек измерений в помещении.

Среднее значение МАЭД по M помещениям оценивается как:

$$P_{\phi} = \frac{1}{M} \sum_i^M \bar{P}_{\phi i} \quad (2)$$

где P_{ϕ} – среднефоновое значение МАЭД γ -излучения по результатам измерения в M помещениях, мкЗв/ч; M – количество помещений, в котором определяются фоновые значения МАЭД.

Среднеквадратическое отклонение величины рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{\phi\gamma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M (\bar{P}_{\phi} - \bar{P}_{\phi i})^2}{M(M-1)}} \quad (3)$$

Оценку значений МАЭД осуществляют с помощью приборов, имеющих нижний диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы 0,03 мкЗв/ч.

Измерение фоновых значений плотностей потоков альфа- и бета-излучения

Оценку средних фоновых значений так же как и для гамма-фона осуществляют в «условно-чистых» помещениях на каждом этаже, где потоки α -частиц находятся в пределах $0,1 \div 1,0 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ и β -частиц в пределах $1 \div 10 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ соответственно.

Измерения проводят по сетке $1 \times 2 \text{ м}$ (обследуют пол, потолок, стены). Среднефоновые значения и среднеквадратические отклонения рассчитывают по формулам, аналогичным формулам (1)–(3), в которые вместо измеренных значений МАЭД гамма-излучения подставляют измеренные значения плотностей потоков альфа- и бета-излучения. Полученные среднефоновые значения плотностей потоков альфа-излучения $N_{\alpha\phi}$ и $N_{\beta\phi}$ с учетом неопределенностей их измерения $2\sigma_{\alpha\phi}$ и $2\sigma_{\beta\phi}$ используют при оценке радиационной безопасности помещений после проведения дезактивационных работ. Измерения плотностей потоков альфа-излучения и бета-излучения должны осуществляться с помощью радиометров с диапазоном измерения плотности потока альфа-частиц $0,1 \div 10^5 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$ и диапазоном измерения плотности потока бета-частиц $1 \div 5 \cdot 10^5 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$.

Измерение фоновых значений удельных активностей радионуклидов

Для оценки содержания остаточной удельной активности природных и техногенных радионуклидов в помещениях работы проводят в два этапа.

На первом этапе следует определить удельную активность радионуклидов с помощью передвижного γ -спектрометра с коллимированным детектором непосредственно в помещениях, отвечающих следующим критериям:

- величина МАЭД – $0,1 \div 0,3 \text{ мкЗв/ч}$;
- плотность потока альфа-частиц – $0,1 \div 1,0 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$;
- плотность потока бета-частиц – $1 \div 10 \text{ мин}^{-1}\text{см}^{-2}$.

Измерения удельной активности проводят на полу и на стенах. Выбор точек производится методом «конверта» (получают 5 точек в помещении). Затем рассчитывают средние значения $A_{\text{уд}}$.

Работы проводят на каждом этаже и в подвальном помещении.

На втором этапе проводят оценку удельных активностей радионуклидов в строительных конструкциях (стены и полы) после их дезактивации лабораторными методами анализа.

Отбор проб осуществляют путем бурения шурфов на глубину 50–70 мм. Количество проб в каждом из выбранных на первом этапе помещений должно быть не менее трех на каждую стену и пол. Отобранные пробы помещают в двойной полиэтиленовый пакет и передают в независимую лабораторию радиационного контроля, имеющую аттестат аккредитации.

Удельную активность бета- и альфа-излучающих естественных радионуклидов в керне определяют радиометрическими, радиохимическими и спектрометрическими методами согласно утверждённым методикам. Полученные средние значения удельной активности альфа-излучателей естественного происхождения – $A_{\text{ест}}$ и неопределённости их измерения – $\sigma_{\text{ест}}$, определяемые по формулам, аналогичным формулам (1)–(3), используют при оценке эффективности дезактивационных работ, а соотношения вида

«суммарная активность альфа-излучателей»/«суммарная активность бета-излучателей» используются для определения «избытка» альфа-излучателей в пробах из загрязнённых помещений.

Установление радиационно безопасного состояния помещений по результатам измерения мощностей амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения

Измерения МАЭД гамма-излучения при радиационном обследовании выполняются для:

- оценки суммарного значения МАЭД гамма-излучения для радионуклидов естественного и техногенного происхождения в помещениях объекта, выводимого из эксплуатации;
- проверки соответствия измеряемых значений МАЭД в каждой точке контролю значению контрольного уровня и критерию приемлемости помещений с учетом среднефоновых показателей;
- выявления участков возможного локального и равномерного загрязнения радионуклидами γ -излучателями.

Выбор места проведения гамма-съёмки определяют согласно схеме радиационного контроля помещений. Необходимо в первую очередь обследовать помещения, в которых на стадии радиационного обследования, предшествовавшей проведению дезактивационных работ, регистрировали максимальные значения МАЭД гамма-излучения.

Суммарная площадь помещений, подлежащих обследованию, определяют по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^m S_i \quad (4)$$

где S_i – площадь i -того помещения, в котором проводили работы с трансураниевыми элементами, санпропускники и другие помещения «грязной» зоны; m – общее количество помещений.

В каждом помещении S_i производят измерения не менее чем в 5 точках контроля пола и стен и не менее, чем в 2 точках контроля в шурфах, пробуренных внутри полов и стен на глубину 5–10 см. В каждой точке контроля проводят не менее 5 измерений. Материал, извлечённый при бурении каждого шурфа, собирают как отдельную пробу, помещают в двойной полиэтиленовый пакет и маркируют.

Среднее значение МАЭД гамма-излучения в каждой точке контроля определяется по формуле:

$$\bar{P}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{ij} \quad (5)$$

где \bar{P}_i – среднее значение МАЭД в i -точке контроля, мкЗв/ч; P_{ij} – значение МАЭД гамма-излучения, измеренное в i -той точке контроля при j -том измерении, мкЗв/ч; n – количество измерений МАЭД в i -той точке контроля.

Если по результатам обследования выполняется условие превышения среднего значения МАЭД в точке контроля над величиной контрольного уровня с учётом среднефоновых значений, то это помещение соответствует требованиям норм радиационной безопасности по величине МАЭД гамма-излучения.

Если по результатам обследования установлено превышение контрольного уровня с учётом среднефоновых значений, то в помещении проводятся дополнительные измерения содержания удельной активности строительных материалов с помощью передвижного гамма-спектрометра с детектором из особо чистого германия и коллиматором для установления причины повышенных значений МАЭД (за счет естественных или техногенных радионуклидов).

В случае установления в строительных материалах повышенных значений содержания техногенных радионуклидов, приводящих к превышению контрольного уровня, производят дезактивацию выявленных участков загрязнения, затем повторные измерения значений МАЭД.

При необходимости операцию повторяют и доводят помещение до соответствия требованиям радиационной безопасности.

Установление радиационно безопасного состояния помещений по результатам измерения уровней поверхностного радиоактивного загрязнения

Измерения уровней поверхностного радиоактивного загрязнения альфа- и бета-излучателями выполняются для:

- проверки соответствия измеряемых значений плотностей потоков альфа- и бета-излучения в каждой точке значениям контрольных уровней и критериям приемлемости помещений с учётом среднефоновых показателей;
- выявления участков возможного локального и равномерного загрязнения радионуклидами γ -излучателями.

Как и при контроле МАЭД гамма-излучения, в первую очередь необходимо обследовать помещения, в которых на стадии радиационного обследования, предшествовавшей проведению дезактивационных работ, регистрировались максимальные значения уровней поверхностного радиоактивного загрязнения.

Для получения достоверных данных по уровням снимаемого и фиксированного загрязнения поверхностей, измерения проводят двумя методами: прямыми измерениями плотностей потока α - и β -частиц с поверхности переносными радиометрами и посредством снятия мазков (выборочно) с последующей пробоподготовкой и измерениями на стационарных приборах [4]. Радиационный контроль проводится в соответствии с аттестованными методиками выполнения контроля (МВК) и методиками выполнения измерений (МВИ) поверхностного загрязнения оборудования и помещений.

В большинстве помещений измерения проводят по регулярной сетке, исходя из точек контроля в количестве 11–15 на плоскость (стена, пол, потолок) или в соответствии с предварительной разметкой поверхностей на квадраты со стороной 1×1 м. Результаты измерений оформляются актом (протоколом) и заносятся в базу данных.

Средние значения плотностей потоков альфа- и бета-частиц – N_{α} и N_{β} , в каждой точке контроля определяются по формуле 5, в которую вместо значений МАЭД при j -том измерении подставляются измеренные значения плотностей потоков альфа- и бета-частиц.

Если по результатам обследования выполняется условие непревышения контрольных уровней с учетом среднефоновых значений, то это помещение соответствует нормам радиационной безопасности по уровням поверхностного радиоактивного загрязнения.

Если по результатам обследования установлено превышение контрольных уровней с учётом среднефоновых значений, то проводят дезактивацию выявленных участков загрязнения до тех пор, пока не будет выполнено условие соответствия помещения требованиям радиационной безопасности.

Установление радиационно безопасного состояния помещений по результатам определения остаточной удельной активности радионуклидов в строительных материалах

Определение остаточной удельной активности техногенных радионуклидов в помещениях лабораторного корпуса «Б», как и при измерении фоновых значений, проводят 2 методами.

1-й метод – прямые измерения удельной активности радионуклидов в обследуемых поверхностях (стены, пол, потолок) с помощью передвижного γ -спектрометра с коллимированным детектором. Удельные активности гамма-излучающих радионуклидов определяют прежде всего в местах бывшего расположения загрязнённых коммуникаций (спецканализации, спецвентиляции) и близлежащих стыков строительных конструкций (стена, пол). По результатам измерения удельной активности техногенных гамма-излучающих радионуклидов в пробах (например, ^{241}Am) рассчитывают содержание в пробах удельной активности трансураниевых радионуклидов с использованием значений радионуклидных векторов [5].

2-й метод – альфа-радиометрические, бета-радиометрические, гамма-спектрометрические, радиохимические и

альфа-спектрометрические исследования проб строительных материалов, полученных бурением шурфов на глубину 50–70 мм. Пробы отбирают в помещениях с максимальным уровнем загрязнения до проведения дезактивации.

Отобранные пробы помещают в двойной полиэтиленовый пакет и передают в независимую лабораторию радиационного контроля, имеющую аттестат аккредитации. Удельные активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов в керне определяют альфа- и бета-радиометрическими методами и сравнивают с результатами фоновых измерений. После этого рассчитывают отношение вида «суммарная активность альфа-излучателей/суммарная активность бета-излучателей». Если установленные значения удельной активности альфа-излучателей и соотношение «суммарная активность альфа-излучателей/суммарная активность бета-излучателей» будут превышать соответствующие величины, рассчитанные по результатам измерения фоновых проб, это может свидетельствовать об избытке альфа-излучателей, свидетельствующий о возможном наличии в пробах техногенных альфа-излучателей. Определение радионуклидного состава и удельной активности техногенных альфа-излучателей в этом случае следует проводить радиохимическими и альфа-спектрометрическими методами согласно утверждённым МВИ и МВК.

Выбор точек и объём исследований в условиях сильно загрязнённых помещений проводят по результатам измерения МАЭД и уровней альфа- (бета-) загрязнения с помощью переносных приборов [4].

Работы по дезактивации могут считаться завершёнными при условии, если средние значения удельной активности трансураниевых альфа-излучающих радионуклидов $A_{уд}$ в пробах из каждой точки контроля, определяемые по аналогии с определением МАЭД и уровней поверхностного радиоактивного загрязнения, будут удовлетворять критерию непревышения контрольных уровней с учётом среднефоновых значений, характерных для обследуемых помещений.

Если по результатам измерений удельной активности проб существует превышение контрольных уровней с учётом среднефоновых значений, то на выявленных участках должны быть проведены дезактивационные работы и повторный отбор и анализ проб до соблюдения критерия радиационной безопасности помещений по величине удельной активности трансураниевых радионуклидов в пробах строительных материалов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М.: 2009.
2. СП 2.6.1.2612–10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010). М.: 2010.
3. Отчет по теме «Обоснование комплекса мероприятий по приведению корпуса «Б» ОАО «ВНИИНМ» в радиационно безопасное состояние». Этап III. М.: 2014.
4. Сборник инструкций по радиационному обследованию зданий, помещений, оборудования и отходов демонтажа при выводе из эксплуатации объектов для предварительной сортировки РАО по категориям и оценки их активности. М.: Квант; 2014.
5. Методические рекомендации по определению радионуклидных векторов при проведении сбора и категоризации РАО. М.: 2014.

References

1. SanPiN 2.6.1.2523–09. Norms of radiation safety (NRB-99/2009). Moscow; 2009.
2. SP 2.6.1.2612–10. Basic sanitary rules for ensuring radiation safety (OSPORB 99/2010). Moscow; 2010. (in Russian)
3. Report on the topic «Substantiation of a set of measures to bring the building» B «of JSC» VNIINM «into a radiation-safe state». Stage III. Moscow; 2014. (in Russian)
4. Collection of instructions for the radiation survey of buildings, premises, equipment and waste disassembly in the decommissioning of facilities for the preliminary sorting of RW by categories and assessing their activity. Moscow: Kvant; 2014. (in Russian)
5. Methodological recommendations for the determination of radionuclide vectors in the collection and categorization of radioactive waste. Moscow; 2014. (in Russian)

Поступила 20.06.17

Принята к печати 05.07.17