

Сравнение эффективных доз персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных и в нестационарных условиях

С.Ю. Бажин, Е.Н. Шлеенкова, В.Ю. Богатырёва, В.А. Ильин

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Официальные данные по дозам облучения дефектоскопистов не учитывают условия труда. В отчётных формах отсутствует разделение персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных условиях и в нестационарных условиях, что грубо усредняет значения эффективных доз в сторону занижения значений для персонала, работающего в нестационарных условиях. В настоящей работе выполнено сравнение собственных данных по дозам облучения дефектоскопистов. Показано, что разница в средних и медианных значениях годовых эффективных доз достигает 10 раз. При выполнении дефектоскопии в стационарных условиях персонал находится на достаточном расстоянии от источника ионизирующего излучения и хорошо экранирован инженерными средствами защиты, поэтому облучение персонала достаточно равномерно. В таких случаях достаточно 1 индивидуального термолюминесцентного дозиметра, расположенного на уровне груди, чтобы оценить значение эффективной дозы. При анализе собственной базы данных для персонала, проводящего дефектоскопию в стационарных условиях, было получено значение среднегодовой эффективной дозы, равное 0,87 мЗв (медиана — 0,88 мЗв, максимальное значение — 0,99 мЗв). При индивидуальном дозиметрическом контроле персонала, выполняющего дефектоскопию в нестационарных условиях с использованием переносных рентгеновских дефектоскопов, выявлены случаи нарушений при использовании индивидуальных дозиметров, что требует более жёстких мер по соблюдению существующих требований по обеспечению радиационной безопасности и правил эксплуатации индивидуальных дозиметров. Средняя годовая эффективная доза для дефектоскопистов, работающих с переносными рентгеновскими дефектоскопами, по результатам анализа собственных данных, равна 9,03 мЗв (медиана — 8,85 мЗв, максимальное значение — 12,37 мЗв).

Ключевые слова: индивидуальный дозиметрический контроль, дефектоскопия, средняя годовая эффективная доза, индивидуальный эквивалент дозы.

Введение

В основе дефектоскопии как метода неразрушающего контроля лежит закон ослабления веществом ионизирующего излучения: при облучении контролируемого объекта пучком рентгеновского или гамма-излучения формируется изображение его внутренней структуры, после чего оценивается качество контролируемого объекта. С каждым годом в мире увеличивается количество специалистов, занимающихся дефектоскопией [1]. По данным, представленным в ежегодных информационных сборниках о дозах облучения населения в Российской Федерации [2–8], в 2015–2021 гг. прослеживается плавное увеличение количества человек, занимающихся дефектоскопией – с 8105 человек в 2015 г. до 9636 человек в 2021 г. Динамика изменений средних годовых эффективных доз дефектоскопистов не имеет чёткой тенденции, и все значения доз не превышают 2 мЗв в год. Однако ежегодно среди наибольших максимальных зарегистрированных значений эффективных доз всегда присутству-

ют дозы дефектоскопистов. При этом практически все значения таких доз превышают среднегодовой предел эффективной дозы 20 мЗв, а в 2021 г. зарегистрировано значение дозы, равное 51 мЗв, превышающее годовой предел эффективной дозы 50 мЗв. Таким образом, можно заключить, что дефектоскописты могут быть отнесены к группе высокодозных профессий.

Несмотря на существенный вклад дефектоскопистов в структуру средних годовых эффективных доз и в количество случаев регистрации наибольших максимальных доз, особенности облучения работников данной профессии изучены недостаточно. В отечественной литературе практически не представлены данные по дозам облучения дефектоскопистов. Для дефектоскопистов не разработан нормативно-методический документ по организации и проведению индивидуального дозиметрического контроля (ИДК). Также ни в Российской Федерации, ни в зарубежных странах не существует единой системы контроля и учёта доз дефектоскопистов, учитывающей усло-

Бажин Степан Юрьевич

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева
Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: s.bazhin@niir.ru

вия труда персонала, осуществляющего дефектоскопию в стационарных и нестационарных условиях. При этом существует понимание, что дефектоскопия в нестационарных условиях является существенно более высокодозной в сравнении с дефектоскопией, выполняемой в стационарных условиях [1]. Таким образом, при анализе среднегодовых эффективных доз происходит усреднение значений доз в сторону уменьшения значений для персонала, выполняющего дефектоскопию в нестационарных условиях. Решение данной проблемы требует изучения сценариев и условий облучения дефектоскопистов при различных видах дефектоскопии.

Разработка сценариев облучения на первом этапе работы требует получения исходных данных по дозам облучения дефектоскопистов с дифференцированной оценкой уровней облучения, в зависимости от различных дозообразующих факторов.

Цель исследования – оценка уровней облучения различных категорий персонала, занятого дефектоскопией, в зависимости от условий проведения дефектоскопии. Для этого были использованы результаты собственных измерений индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных и нестационарных условиях.

Материалы и методы

В качестве исходных данных при проведении настоящего исследования были использованы результаты собственных измерений квартальных индивидуальных эквивалентов доз $H_p(10)$ облучения персонала, занимающегося дефектоскопией. Операционная величина $H_p(10)$ является измеримой и была использована для определения нормируемой величины – эффективной дозы [9–13]. Измерения проводились методом термолюминесцентной дозиметрии (ТЛД) в соответствии с методикой измерения индивидуального эквивалента дозы фотонного излучения $H_p(10)$. Были использованы индивидуальные дозиметры типа DTU-1 с детекторами ДТГ-4 (LiF, Mg, Ti). Считывание показаний производилось на термолюминесцентной дозиметрической установке Harshaw-2000D (США). Погрешность определения доз не превышала +/- 20%.

При проведении анализа персонал был разделен на группы в зависимости от условий труда:

1. Дефектоскописты, выполняющие дефектоскопию в стационарных условиях.
2. Дефектоскописты, выполняющие дефектоскопию в нестационарных условиях с использованием переносных рентгеновских дефектоскопов.

Время экспонирования индивидуальных дозиметров – 1 год. Периодичность замены дозиметров и проведения измерений – 1 квартал.

При проведении ИДК в вопросах выбора операционной величины, количества индивидуальных дозиметров, места их расположения, периодичности контроля и интерпретации результатов измерений мы руководство-

вались положениями МУ 2.6.1.3015–12 «Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских организаций»¹. Таким образом, к различным специальностям и профессиональным отраслям были применены одинаковые подходы в проведении контроля. Данный подход не является вполне корректным, потому что не учитывает специфику работы различных категорий персонала при различных условиях работы. Однако, ввиду отсутствия нормативно-методического документа по организации ИДК дефектоскопистов, были использованы имеющиеся МУ 2.6.1.3015–12. Коэффициент перехода от индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ к эффективной дозе был равен 1. Для получения значений годовых эффективных доз были просуммированы значения квартальных доз для каждого отдельного специалиста.

Полученные данные были обработаны с использованием программного обеспечения Statistica 10.

В данной работе отсутствуют результаты измерений для дефектоскопистов, выполняющих дефектоскопию с использованием переносных радионуклидных дефектоскопов. Их технологический цикл работы включает различные дозообразующие операции при различной геометрии облучения: транспортировка, сборка, подготовка к работе, просвечивание объекта с безопасного расстояния. Среди описанных этапов только на последнем этапе облучение работника можно считать практически равномерным, в остальных случаях – резко неравномерное облучение при нахождении источника на уровне бедер и живота. Поэтому при существующем подходе к организации контроля велика вероятность недооценки эффективных доз с помощью одного индивидуального дозиметра, расположенного на уровне груди.

Результаты и обсуждение

В ходе работы проявилась одна из основных проблем в проведении ИДК персонала. В некоторых организациях собственные службы радиационного контроля не смогли привить персоналу культуру радиационной безопасности, в результате чего наблюдалось явное игнорирование необходимости использования индивидуальных дозиметров при выполнении работ с источниками ионизирующего излучения в нестационарных условиях. Из 5 выбранных в исследование организаций с персоналом, использующим переносные рентгеновские дефектоскопы, только в одной организации индивидуальные дозиметры использовались в соответствии с требованиями радиационного контроля, правилами эксплуатации и постоянно. На предварительном этапе анализа организации, персонал которых игнорировал эксплуатацию дозиметров, были исключены. В этих организациях значения доз персонала были близки или равны значениям, полученным в результате измерения фоновых дозиметров. Таким образом, анализ доз дефектоскопистов, выполняющих дефектоскопию в нестационарных условиях с использованием переносных генерирующих дефектоскопов, был выполнен для 1 организации, так как только правильное

¹ МУ 2.6.1.3015-12. Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских организаций. Радиационная гигиена. 2012. Т. 5, № 3. С. 77–86. [Methodical guidelines 2.6.1.3015-12. "Organization and management of individual dosimetry of medical staff". Radiation Hygiene. 2012;5(3):77-86. (In Russ.)]

и регулярное ношение персоналом индивидуальных дозиметров позволяет правильно оценить дозы облучения персонала.

На рисунках 1 и 2 представлено распределение индивидуальных годовых эффективных доз персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных и нестационарных условиях.

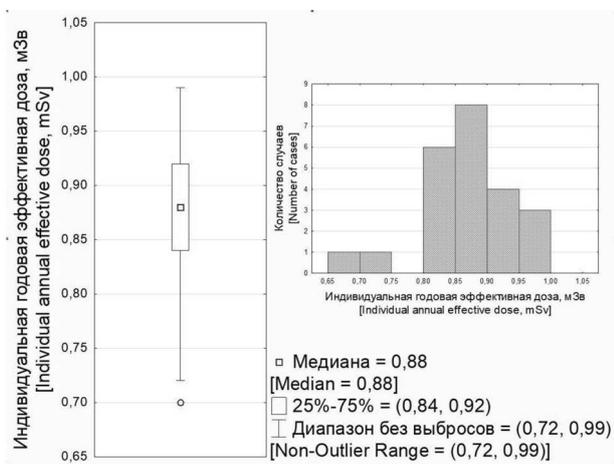


Рис. 1. Распределение индивидуальных годовых эффективных доз персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных условиях

[Fig. 1. Distribution of individual annual effective doses of personnel performing flaw detection in stationary conditions]

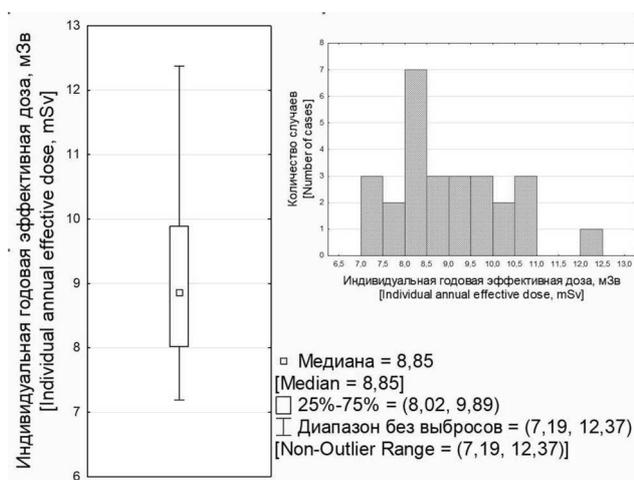


Рис. 2. Распределение индивидуальных годовых эффективных доз персонала, выполняющего дефектоскопию в нестационарных условиях с использованием переносного рентгеновского дефектоскопа

[Fig. 2. Distribution of individual annual effective doses of personnel performing site radiography using a portable roentgen flaw detector]

При анализе данных, представленных на рисунках 1 и 2, видно, что использование переносных рентгеновских дефектоскопов приводит к получению существенно более высоких значений доз облучения персонала. Средняя годовая эффективная доза для персонала, проводящего дефектоскопию в стационарных условиях, была равна 0,87 мЗв (медиана – 0,88 мЗв, максимальное значение – 0,99 мЗв), для дефектоскопистов, работающих

с переносными рентгеновскими дефектоскопами, средняя годовая эффективная доза была равна 9,03 мЗв (медиана – 8,85 мЗв, максимальное значение – 12,37 мЗв). Таким образом, разница в средних и медианных значениях достигает 10 раз.

Дефектоскопия в стационарных условиях проводится в специализированных защитных боксах при нахождении персонала в комнатах управления. При таких условиях работы обеспечен необходимый уровень радиационной безопасности. Дефектоскопия в стационарных условиях производится на достаточном расстоянии от источника ионизирующего излучения (ИИИ), и облучение всего тела персонала достаточно равномерно, поэтому для оценки эффективной дозы достаточно 1 индивидуального дозиметра, расположенного на поверхности тела в районе груди. Данное различие в уровнях облучения хорошо согласуется с положениями научного отчёта НКДАР ООН [1] и наглядно представлено на рисунке 3.

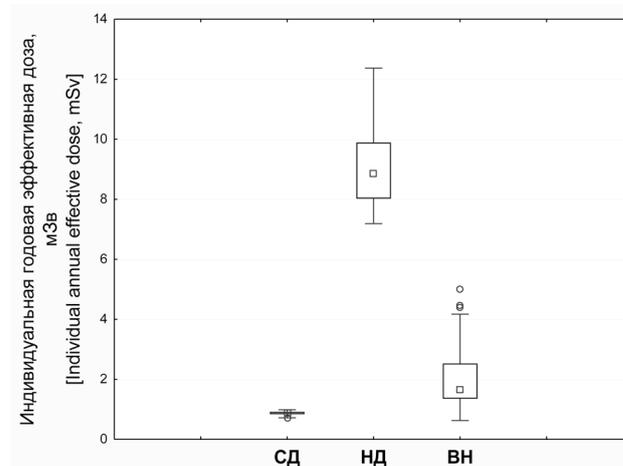


Рис. 3. Сравнение средних индивидуальных годовых эффективных доз специалистов, занимающихся дефектоскопией в стационарных (СД) и в нестационарных (НД) условиях, а также специалистов из исключенных при валидации организаций (ВН)

[Fig. 3. Comparison of average individual annual effective doses of specialists involved in flaw detection in stationary (СД) and non-stationary (НД) conditions, as well as specialists from organizations excluded during validation (ВН)]

На рисунке 3 также указаны средние годовые эффективные дозы персонала организаций, не прошедших валидацию (ВН) и включенных в статистический анализ отдельно. Как было отмечено, персонал 4 организаций из 5, включённых в исследование, по косвенным признакам не использовал индивидуальные дозиметры при проведении работ с ИИИ. Таким образом, наглядно представлена недооценка доз персонала в организациях, когда индивидуальные дозиметры при работе не использованы. Также наблюдается существенное отличие в уровнях облучения персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных условиях, и персонала, использующего в работе переносные рентгеновские дефектоскопы.

Заключение

Отсутствие раздельного представления доз персонала, осуществляющего дефектоскопию в стационарных и нестационарных условиях, приводит к усреднению доз

в сторону уменьшения значений для персонала, выполняющего дефектоскопию в нестационарных условиях.

При проведении ИДК выявлены достоверные различия между уровнями внешнего облучения персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных условиях и нестационарных условиях с использованием переносных рентгеновских дефектоскопов (средняя годовая эффективная доза для персонала, проводящего дефектоскопию в стационарных условиях, была равна 0,87 мЗв, медиана – 0,88 мЗв, максимальное значение – 0,99 мЗв, для дефектоскопистов, работающих с переносными рентгеновскими дефектоскопами, средняя годовая эффективная доза была равна 9,03 мЗв, медиана – 8,85 мЗв, максимальное значение – 12,37 мЗв). Радиационная безопасность персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных условиях, обеспечена должным образом. При проведении работ персонал находится на достаточном расстоянии от источника, поэтому облучение достаточно равномерно. При таких условиях работы достаточно 1 индивидуального термолюминесцентного дозиметра, чтобы по его показаниям оценить значение эффективной дозы. Расположение этого дозиметра – на уровне груди слева. Эффективные дозы такого персонала не высоки.

ИДК персонала, выполняющего дефектоскопию в нестационарных условиях с использованием переносных рентгеновских дефектоскопов, требует более жёстких мер по соблюдению существующих правил эксплуатации индивидуальных дозиметров, чтобы исключить случаи пренебрежения ими персонала. Эффективные дозы данной категории работников на порядок выше и существенны.

Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Бажин С.Ю. осуществлял общее научное руководство исследованием, разработал дизайн исследования, определил цели и задачи, выполнил анализ данных, отредактировал и предоставил окончательный вариант рукописи для публикации в журнал.

Шлеенкова Е.Н. провела литературный поиск, выполнила измерения индивидуальных эквивалентов доз, отредактировала промежуточный вариант рукописи.

Богатырёва В.Ю. провела литературный поиск и выполнила группировку и структурирование полученных данных.

Ильин В.А. осуществил подготовку средств измерения и выполнил градуировку детекторов.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при выполнении работы и подготовке данной статьи.

Сведения об источнике финансирования

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Volume IV. UNSCEAR 2020/2021 Report to the General Assembly and Scientific Annex A. UNSCEAR 2020/2021 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations, New York; 2022.
2. Барковский А.Н., Барышков Н.К., Братилова А.Н. и др. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2015 году: информационный сборник. СПб., 2016. 72 с.
3. Барковский А.Н., Барышков Н.К., Братилова А.А. и др. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2016 году: информационный сборник. СПб., 2017. 78 с.
4. Барковский А.Н., Ахматдинов Руслан Р., Ахматдинов Рустам Р. и др. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2017 году: информационный сборник. СПб., 2018. 72 с.
5. Барковский А.Н., Ахматдинов Руслан Р., Ахматдинов Рустам Р. и др. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2018 году: информационный сборник. СПб., 2019. 72 с.
6. Барковский А.Н., Ахматдинов Руслан Р., Ахматдинов Рустам Р. и др. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2019 году: информационный сборник. СПб., 2020. 70 с.
7. Барковский А.Н., Ахматдинов Руслан Р., Ахматдинов Рустам Р. и др. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2020 году: информационный сборник. СПб., 2021. 83 с.
8. Барковский А.Н., Ахматдинов Руслан Р., Ахматдинов Рустам Р. и др. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации в 2021 году: Справочник. СПб., 2022. 72 с.
9. ICRU Report 43: Measurement of dose equivalents from external radiation sources, Part 2 // ICRU. 1988. Volume os-22, Issue 2. P. 51.
10. ICRU Report 51: Quantities and units in radiation protection dosimetry // ICRU. 1993. Volume os-26, Issue 2. P. 19.
11. ICRU Report 57: Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation // ICRU. 1998. Volume os-29, Issue 2. P. 137.
12. ICRU Report 60: Fundamental quantities and units for ionizing radiation // ICRU. 1998. Volume os-31, Issue 1. P. 24.
13. ICRU Report 66: Determination of Operational Dose Equivalent Quantities For Neutrons // Journal of the ICRU. 2001. Vol. 1, Issue 3. P. 94.

Поступила: 18.09.2023 г.

Бажин Степан Юрьевич – заведующий лабораторией радиационного контроля, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: s.bazhin@niirg.ru

Шлеенкова Екатерина Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории радиационного контроля Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Богатырёва Виктория Юрьевна – младший научный сотрудник лаборатории радиационного контроля Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Ильин Владимир Александрович – техник-исследователь лаборатории радиационного контроля Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Бажин С.Ю., Шлеенкова Е.Н., Богатырёва В.Ю., Ильин В.А. Сравнение эффективных доз персонала, выполняющего дефектоскопию в стационарных и в нестационарных условиях // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 4. С. 64-69. DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-4-64-69

Comparison of effective doses for personnel performing flaw detection in stationary conditions and *in situ*

Stepan Yu. Bazhin, Ekaterina N. Shleenkova, Victoria Yu. Bogatyreva, Vladimir A. Ilyin

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Official data on radiation doses for flaw detectors do not take into account working conditions. In the reporting forms, there is no division between personnel performing flaw detection in stationary conditions and in situ, which roughly averages the values of effective doses towards underestimating the values for personnel working in site radiography. In this work, comparison of our own data on radiation doses of flaw detectors was performed. It has been shown that the difference in the mean and median values of effective doses reaches 10 times. When performing flaw detection in stationary conditions, the personnel are at a sufficient distance from the source of ionizing radiation and are well shielded by engineering protective equipment, so the exposure is fairly uniform. In such cases, one individual thermoluminescent dosimeter located at chest level is sufficient to estimate the effective dose. The average annual effective dose for personnel conducting flaw detection in stationary conditions is 0.87 mSv (median – 0.88 mSv, maximum value – 0.99 mSv). During individual radiation monitoring of personnel performing flaw detection in situ using portable roentgen flaw detectors, cases of neglect in the use of individual dosimeters were identified, which requires more stringent measures to comply with existing requirements for ensuring radiation safety and operating rules for individual dosimeters. The average annual effective dose for flaw detectors working with portable roentgen flaw detectors is 9.03 mSv (median – 8.85 mSv, maximum value – 12.37 mSv).

Key words: individual dosimetric monitoring, flaw detection, average annual effective dose, individual dose equivalent.

Personal contribution of the authors

Bazhin S.Yu. – provided general scientific supervision of the study, developed the study design, defined goals and objectives, performed data analysis, edited and submitted the final version of the manuscript for publication in the journal.

Shleenkova E.N. – conducted a literature search, performed measurements of individual dose equivalents, and edited an intermediate version of the manuscript.

Bogatyreva V.Yu. – conducted a literature search and grouped and structured the obtained data.

Ilyin V.A. – carried out the preparation of measuring instruments and calibrated the detectors.

Conflict of interests

The authors declare that they have no conflicts of interest when conducting the study and preparing this article.

Sources of funding

The study had no sponsorship.

References

1. UNSCEAR. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. Volume IV. UNSCEAR 2020/2021 Report to the General Assembly and Scientific Annex A. UNSCEAR 2020/2021 Report. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. United Nations, New York; 2022.
2. Barkovsky AN, Baryshkov NK, Bratilova AA, Kormanovskaya TA, Repin LV, Romanovich IK, et al. Doses for the population of the Russian Federation in 2015: information collection. Saint-Petersburg: NIIRG; 2016. 72 p. (In Russian).
3. Barkovsky AN, Baryshkov NK, Bratilova AA, Bruk GYa, Vorobiev BF, Kormanovskaya TA, et al. Doses for the population of the Russian Federation in 2016: information collection. Saint-Petersburg: NIIRG; 2017. 78 p. (In Russian).

Stepan Yu. Bazhin

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

Address for correspondence: Mira Str., 8, Saint-Petersburg, Russia, 197101; E-mail: s.bazhin@niirg.ru

4. Barkovsky AN, Ruslan R. Akhmatdinov, Rustam R. Akhmatdinov, Baryshkov NK, Biblin AM, Bratilova AA, et al. Doses for the population of the Russian Federation in 2017: information collection. Saint-Petersburg: NIIRG; 2018. 72 p. (In Russian).
5. Barkovsky AN, Ruslan R. Akhmatdinov, Rustam R. Akhmatdinov, Baryshkov NK, Biblin AM, Bratilova AA, et al. Doses for the population of the Russian Federation in 2018: information collection. Saint-Petersburg: NIIRG; 2019. 72 p. (In Russian).
6. Barkovsky AN, Ruslan R. Akhmatdinov, Rustam R. Akhmatdinov, Baryshkov NK, Biblin AM, Bratilova AA, et al. Doses for the population of the Russian Federation in 2019: information collection. Saint-Petersburg: NIIRG; 2020. 70 p. (In Russian).
7. Barkovsky AN, Ruslan R. Akhmatdinov, Rustam R. Akhmatdinov, Baryshkov NK, Biblin AM, Bratilova AA, et al. Doses for the population of the Russian Federation in 2020: information collection. Saint-Petersburg: NIIRG; 2021. 83 p. (In Russian).
8. Barkovsky AN, Ruslan R. Akhmatdinov, Rustam R. Akhmatdinov, Baryshkov NK, Biblin AM, Bratilova AA et al. Radiation situation on the territory of the Russian Federation in 2021: A Handbook. Saint-Petersburg: NIIRG; 2022. 72 p. (In Russian)
9. ICRU Report 43: Measurement of dose equivalents from external radiation sources, Part 2. *ICRU*. 1988; os-22(2): 51.
10. ICRU Report 51: Quantities and units in radiation protection dosimetry. *ICRU*. 1993;os-26(2): 19.
11. ICRU Report 57: Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation. *ICRU*. 1998;os-29(2): 137.
12. ICRU Report 60: Fundamental quantities and units for ionizing radiation. *ICRU*: 1998;os-31(1): 24.
13. ICRU Report 66: Determination of Operational Dose Equivalent Quantities For Neutrons. *Journal of the ICRU*. 2001;1(3): 94.

Received: September 18, 2023

For correspondence: Stepan Yu. Bazhin – Head of the Laboratory of Radiation Control, Senior Researcher, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira Str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: s.bazhin@niirg.ru)

Ekaterina N. Shleenkova – Junior Researcher of the Laboratory of Radiation Control, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Victoria Yu. Bogatyreva – Junior Researcher of the Laboratory of Radiation Control, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

Vladimir A. Ilyin – Technician-Researcher of the Laboratory of Radiation Control, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Bazhin S.Yu., Shleenkova E.N., Bogatyreva V.Yu., Ilyin V.A. Comparison of effective doses for personnel performing flaw detection in stationary conditions and *in situ*. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023. Vol. 16, No. 4. P. 64-69. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-4-64-69