

Предложения по совершенствованию системы радиационной безопасности при медицинском облучении.

Часть 1. Анализ информации, содержащейся в государственных отчетных формах и информационных базах данных, на примере города Москвы

С.А. Рыжов^{1,2}, А.В. Водоватов³, И.В. Солдатов¹, З.А. Лантух¹, А.Н. Мухортова¹, Ю.В. Дружинина^{1,4}, П.С. Дружинина³

¹ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

² Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

³ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

Цель: сравнить источники информации и оценить динамику изменений уровня дозовых нагрузок на пациентов при проведении рентгенологических и радионуклидных исследований в медицинских организациях г. Москвы за период с 2017 по 2020 г. Материал и методы: собраны и проанализированы отчетные формы № 3-ДОЗ, радиационно-гигиенический паспорт и форма № 30 за 2017–2020 гг., полученные от медицинских организаций города Москвы различных форм собственности. Проведен анализ основных показателей, определяющих состояние радиационной безопасности при медицинском облучении: числа медицинских организаций, использующих источники ионизирующего излучения, аппаратного парка лучевой диагностики, структуру лучевой диагностики и коллективных доз от медицинского облучения. Результаты: представленный в статье анализ трендов развития лучевой диагностики в Москве показывает, что с каждым годом увеличивается число организаций, использующих источники ионизирующего излучения; в среднем на 10% в год растет число компьютерных томографов, наблюдается примерно такой же рост числа компьютерно-томографических исследований. Так, за период 2017–2019 гг. ежегодный прирост числа исследований составил 10%; в период 2019–2020 гг. – 30%, что связано с эпидемией новой коронавирусной инфекции COVID-19. Рост коллективной дозы от медицинского облучения соответствует росту числа рентгенологических исследований. Сравнение рассмотренных отчетных форм и данных из единой рентгеновской информационной системы показывает, что все формы обладают своими достоинствами и недостатками, которые подробно рассмотрены в статье. Для комплексной оценки состояния лучевой диагностики необходима компиляция данных из различных форм статистической отчетности, что негативным образом влияет на достоверность и репрезентативность данных. Следует отметить, что во всех рассмотренных формах отсутствуют данные по индивидуальным и накопленным дозам пациентов, а также стандартным (типичным) дозам для аппаратов для рентгеновской и радионуклидной диагностики. Существующий формат сбора данных не позволяет получать данные и анализировать информацию в оперативном режиме. Заключение: среди проанализированных отчетных форм нет полностью отвечающей задачам текущей оценки ситуации и оперативного управления дозами облучения населения. Часть данных фактически дублируют друг друга, а имеющиеся расхождения скорее свидетельствуют о сложностях при сборе и обобщении информации, чем об отличиях в отчетных формах. Действующие формы требуют пересмотра, объединения, уточнения и автоматизации процессов сбора данных. Дальнейшее внедрение электронных систем учета и контроля доз облучения пациентов и систем мониторинга и отчетности следующего поколения, а также систем межведомственного взаимодействия и создание электронного кабинета организаций позволят снизить вероятность непредставления отчетной документации, сделать ее более объективной и представить все данные, необходимые для оптимизации радиационной защиты пациентов.

Ключевые слова: радиационная безопасность, дозы облучения, пациент, рентгенология, радиология, компьютерная томография, флюорография, лучевая диагностика, отчетная форма, аналитика.

Рыжов Сергей Анатольевич

Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий

Адрес для переписки: 117997, Россия, г. Москва, ГСП-7, ул. Саморы Машела, д. 1; E-mail: mosrg@mail.ru

Введение

С момента своего открытия и до настоящего времени лучевые методы остаются неотъемлемой частью современной диагностики подавляющего большинства патологических состояний, а также активно применяются при проведении периодических медицинских осмотров работающего населения для скрининга и профилактических исследований с целью выявления ряда социально-значимых заболеваний. По оценке НКДАР ООН расчетное годовое количество медицинских радиологических исследований, выполняемых в течение года в мире, составляет 4194 млн, которые приходятся на 7312 млн населения [1], т.е. примерно 11,5 млн человек ежедневно подвергаются воздействию ионизирующего излучения в медицинских целях. При этом доступность методов лучевой диагностики, а следовательно, количество проводимых исследований и лучевая нагрузка на население существенно отличаются в зависимости от страны, уровня медицинского обслуживания и уровня доходов. По данным радиационно-гигиенической паспортизации, в Российской Федерации в 2020 г. было выполнено более 265 млн исследований (в среднем чуть менее 2 процедур на одного жителя России) [7–12]. Таким образом, с некоторой долей условности можно предположить, что в Российской Федерации выполняется около 6,3% всех проводимых в мире лучевых исследований. Однако при этом следует учитывать, что структура медицинского облучения населения Российской Федерации по видам процедур существенно отличается от большинства развитых стран, в первую очередь, за счет значительного количества флюорографических исследований, что требует отдельного рассмотрения и обсуждения [14].

При оценке внутрироссийской структуры лучевой диагностики обращает на себя внимание существенная географическая неоднородность в распределении исследований по субъектам Российской Федерации. По данным радиационно-гигиенической паспортизации максимальное число рентгенорадиологических исследований (РРИ) за последние годы выполнялось в г. Москве [7–12]. Специфика московского региона, заключающаяся в высокой интенсивности работы медицинских организаций и плотности размещения медицинских источников ионизирующего излучения (ИИИ), определяет высокую доступность для населения методов лучевой диагностики. Также следует

отметить значительный вклад внутреннего медицинского туризма, связанного с нахождением в Москве большого количества федеральных медицинских центров и большого количества квалифицированного медицинского персонала. Это приводит к увеличению в структуре лучевой диагностики удельного вклада высокотехнологичных и высокодозных исследований, таких как компьютерная томография (КТ), позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), диагностических и терапевтических интервенционных вмешательств. В свою очередь, большое количество современного цифрового оборудования приводит к высокой степени информатизации лучевой диагностики. В соответствии с данными из форм государственной статистической отчетности в Москве выполняется максимальное количество компьютерных томографий и интервенционных исследований среди всех субъектов Российской Федерации [2, 7–12].

Перечисленные региональные особенности необходимо учитывать при проведении сравнительного анализа структуры медицинского облучения населения. Следует отметить, что приведенные характеристики региона свидетельствуют о соответствии Москвы общемировым тенденциям в развитии лучевой диагностики, характерным для большинства европейских стран и США [1], в частности, имеют место увеличение количества высокодозовых исследований и рост коллективных доз облучения населения [7–12]. Таким образом, анализ данных по г. Москве может быть рассмотрен как прогноз развития структуры медицинского облучения населения в ближайшие годы в других субъектах Российской Федерации.

Постоянный рост числа высокодозных исследований и ассоциированной с ними коллективной дозы населения московского региона от медицинского облучения [2, 7–12] обуславливает необходимость принятия управленческих решений¹, направленных на минимизацию негативных последствий воздействия медицинских ИИИ на население, в частности, в рамках принципов обоснования и оптимизации^{2,3}. Однако принятие управленческих решений должно быть основано на достоверной и полной информации о медицинских организациях, их оснащении персоналом и оборудованием для рентгеновской и радионуклидной диагностики, понимании структуры лучевой диагностики, правильной оценки коллективной дозы от медицинского облучения, а также индивидуаль-

¹ П 75 Применение референтных диагностических уровней для взрослых пациентов в лучевой диагностике / сост. З.А. Лантух, Ю.В. Дружинина, А.В. Водоватов и [др.]; под ред. С.П. Морозова // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». Вып. 86. М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. 36 с. [P 75 The use of diagnostic reference levels for adult patients in radiology/Z.A. Lantukh, Yu.V. Druzhinina, A.V. Vodovатов et al.; ed. S.P. Morozov//Best Practices radiation and instrumental diagnostics. Issue 86. М.: ГБУЗ "NPKTs DiT DZM", 2020. 36 p. (In Russ.)]

² И 74 Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 1. Диагностика патологических состояний и заболеваний органов грудной клетки: методические рекомендации / сост. И. А. Соколина, С. П. Морозов, А. В. Водоватов [и др.]; под ред. С.П. Морозова // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». Вып. 16. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. М., 2020. 32 с. [I 74 The effectiveness of X-ray diagnostic methods for various pathological body conditions. Section 1. Diagnosis of pathological conditions and diseases of the chest: guidelines/I. A. Sokolina, S.P. Morozov, A.V. Vodovатов, et al; ed. S.P. Morozov//Best practices of radiological and instrumental diagnostics. Issue 16. 2nd ed., revised and additional. М.: ГБУЗ "NPKTs DiT DZM", 2020. Moscow, 2020. 32 p. (In Russ.)]

³ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 № 40 (ред. от 16.09.2013) «Об утверждении СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ99/2010)»» (зарегистрировано в Минюсте России 11.08.2010 г. № 18115) [Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of April 26, 2010 N 40 (amended on September 16, 2013) "On Approval of SR 2.6.1.2612-10 "Basic Sanitary Rules of Radiation Safety" (Registered in the Ministry of Justice of Russia on August 11, 2010 N 18115) (In Russ.)]

ных доз облучения пациентов, с этой целью должны быть корректно установлены референтные диагностические уровни и определены стандартные (типичные) дозы⁴, характерные для конкретного региона. Данные сведения также целесообразно использовать для оценки популяционных и индивидуализированных радиационных рисков с целью оценки последствий медицинского облучения⁵ [15–17].

При своевременном и обоснованном назначении методов лучевой диагностики потенциальная польза от их применения существенно превосходит возможные радиационные риски, однако при правильной организации процессов получения информации корректный учет доз и оценка состояния оборудования позволит выявить и снизить вероятность возникновения случаев избыточного облучения пациентов, а также выявлять случаи экстремально высоких доз, попадающих под категорию радиационных аварий и инцидентов, а также начать систематическую работу по выявлению необоснованных исследований [15–17].

Существующие радиационные риски, связанные с лучевой диагностикой, относительно невелики в отношении единичного исследования⁶, однако в случаях нарушения требований радиационной безопасности или при многократных повторных исследованиях могут стать значимым фактором неблагоприятного воздействия как для конкретного человека, так и в виде коллективных рисков облучения населения или его части.

К сожалению, в Российской Федерации получение достоверной информации о дозах облучения пациентов и структуре лучевой диагностики существенно затруднено. На уровне медицинской организации агрегированные данные о коллективных дозах медицинского облучения и числе выполненных РРИ собираются в рамках формы федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ, «Сведения о дозах облучения пациентов при проведении медицинских рентгенорадиологических исследований»⁷. Функционал формы № 3-ДОЗ позволяет также определить среднюю эффективную дозу для отдельной анатомической области исследования для каждого метода лучевой диагностики. При этом дозы и число выполненных исследований приводятся в

обобщенном виде для всех аппаратов для рентгеновской и радионуклидной диагностики, установленных в медицинской организации; получить данные для отдельного рентгеновского аппарата в рамках данной формы в настоящее время практически невозможно. Сведения из формы № 3-ДОЗ также используются при заполнении радиационно-гигиенических паспортов (РГП) организаций и территорий.

Более детальная информация о структуре лучевой диагностики и аппаратного парка в медицинских организациях представлена в форме федерального статистического наблюдения № 30 «Сведения о медицинской организации»⁸. Данная форма содержит информацию о различных элементах работы медицинской организации, таких как количество кабинетов и отделений, количество оборудования с разбивкой как по модальности, так и по сроку службы, количеству исследований, кадровом составе, включая сведения об уровне квалификации (наличии квалификационных категорий), занятых, декретных и вакантных ставках и много другой информации. Однако в данной отчетной форме отсутствует информация о дозах облучения пациентов; также ее не сдают ведомственные и частные медицинские организации.

В 2017 г. Департаментом здравоохранения города Москвы начато внедрение единой рентгеновской информационной системы (ЕРИС), к концу 2020 г. к данной системе было подключено почти 1300 единиц тяжелого медицинского оборудования (74% от всего парка рентгенологического оборудования Департамента здравоохранения города Москвы (ДЗМ)). Все исследования, проводимые на подключенном оборудовании, автоматически поступают в единую информационную базу без дополнительных действий со стороны персонала. На момент подготовки настоящей статьи к указанной системе подключено более 146 медицинских организаций ДЗМ и 12 учреждений, выполняющих ПЭТ-/КТ-исследования в рамках программы обязательного медицинского страхования (ОМС).

Отсутствие единого источника данных по структуре лучевой диагностики и дозам облучения пациентов, а также избыточное обобщение (укрупнение) представленной в них информации приводит к ошибкам в интерпретации данных, не позволяет адекватно и оперативно

⁴ Роспотребнадзор. Применение референтных диагностических уровней для оптимизации радиационной защиты пациента в рентгенологических исследованиях общего назначения. Методические рекомендации МР 2.6.1.066-12 [The Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection. The use of diagnostic reference levels to optimize radiation protection of patient in general X-ray examinations. Guidelines MR 2.6.1.066-12 (In Russ.)]

⁵ Роспотребнадзор. Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований. Методические рекомендации МР 2.6.1.0215-20. 2020. 32 с. [The Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection. The assessment of radiation risk of patients during X-ray examinations" Guidelines MR 2.6.1.0215-20. 2020. 32 p. (In Russ.)]

⁶ Роспотребнадзор. Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований. Методические рекомендации МР 2.6.1.0215-20. 2020. 32 с. [The Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection. The assessment of radiation risk of patients from X-ray examinations" Guidelines MR 2.6.1.0215-20. 2020. 32 p. (In Russ.)]

⁷ Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ. Методические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности. Утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 16.02.2007 г. № 0100/1659-07- 26. [Filling of the Federal state statistical surveillance form No. 3- DOZ. Guidelines for ensuring radiation safety. Approved by the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection on February 16, 2007, No. 0100 / 1659-07-26. (In Russ.)]

⁸ Форма федерального государственного статистического наблюдения № 30 «Сведения о медицинской организации» [Приказ Росстата: Об утверждении формы от 30.12.2020 № 863] [The Federal state statistical surveillance form N 30 "Information about the medical organization" (Order of the Federal State Statistics Service: On approval of the form dated December 30, 2020 No. 863) (In Russ.)]

оценить тренды развития лучевой диагностики (например, при пандемии COVID-19 [4]) и принять необходимые управленческие решения по оптимизации радиационной защиты.

Цель исследования – сравнительная оценка доступных официальных источников данных по дозам облучения пациентов, структуре и аппаратному парку лучевой диагностики в медицинских организациях города Москвы для оценки их применимости для оптимизации защиты пациентов при медицинском облучении.

Материалы и методы

Было проведено ретроспективное исследование по анализу структуры лучевой диагностики, аппаратного парка и коллективных доз населения города Москвы от медицинского облучения за период с 2017 по 2020 г. в медицинских организациях различных форм собственности. Источниками информации послужили агрегированные данные форм № 3-ДОЗ, РГП и форм № 30 за указанный период времени для г. Москвы и Российской Федерации. В исследовании также были использованы сведения из Единого радиологического информационного сервиса (далее ЕРИС) за 2020 г.

Анализ данных ЕРИС проводился с учетом следующих ограничений: а) система не имеет модуля анализа данных о лучевой нагрузке пациентов; б) в систему не попадают данные с неподключенного оборудования (на конец 2020 г. к системе не были подключены 8 цифровых рентгеновских аппаратов и 1 гамма-камера, а также 252 единиц аналогового оборудования и 196 аппаратов, не поддерживающих DICOM-файлы или находящихся на стадии списания); в) часть оборудования была подключена в течение отчетного периода, в связи с чем расчет количества исследований в стационарных медицинских организациях произведен на основании фактических значений, полученных за 4 квартал 2020 г. с использованием метода экстраполяции.

Выбор периода наблюдения связан с тем, что, начиная с 2016–2017 гг., впервые в РГП стали учитываться данные, представленные не только радиационными объектами, надзор за которыми осуществляет Роспотребнадзор, но и радиационными объектами, обслуживаемыми ФМБА России [5].

Были проанализированы заполненные формы № 3-ДОЗ медицинских организаций города Москвы: в 2017 г. – 1233 организаций, в 2018 г. – 1330, в 2019 г. – 1394 и в 2020 г. – 1453.

В качестве референтных значений и группы сравнения были взяты данные из радиационно-гигиенических паспортов Российской Федерации [7–12], а также информация из базы данных OECD⁹. Для выборочной проверки анализируемых данных использовалась база реестра

санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии (несоответствии) видов деятельности (работ, услуг) требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов [6].

При проведении статистического анализа данных были использованы специализированные возможности программного продукта Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

1. Сравнение основных показателей, характеризующих состояние лучевой диагностики между Москвой и Российской Федерацией в целом

Результаты сравнения основных показателей, характеризующих состояние лучевой диагностики (количества медицинских организаций с ИИИ, количества ИИИ и персонала, числа выполненных исследований), представлены по данным радиационно-гигиенической паспортизации в таблице 1. Для анализа был выбран 2019 г. как последний год перед началом эпидемии COVID-19, позволяющий описать типичное состояние лучевой диагностики без влияния эпидемиологических факторов.

Как следует из данных, представленных в таблице 1, число организаций, эксплуатирующих медицинские источники ионизирующего излучения, и число ИИИ в экстенсивных показателях соответствуют показателям Российской Федерации. При этом численность персонала группы А (в том числе и медицинского персонала) в Москве 1,5 раза выше, чем в Российской Федерации. В соответствии с данными РГП процентный вклад рентгенорадиологических процедур, выполненных в Москве, в общее число процедур, выполненных в Российской Федерации, в зависимости от модальности составил от 8,5% до 35% со средним значением 13,4% и медианой 12%¹⁰. Вклад Москвы в число современных методов диагностики, выполненных в Российской Федерации, составляет 14% для КТ-исследований, 21% – для радионуклидных исследований и 35% – для интервенционных исследований. Достоверные различия в структуре коллективной дозы наблюдались только для рентгенографических исследований и радионуклидной диагностики.

Результаты исследования показывают, что динамика изменения основных показателей, характеризующих состояние лучевой диагностики (числа организаций, эксплуатирующих источники ионизирующего излучения, источников ионизирующего излучения, персонала, числа и коллективной дозы при проведении рентгенорадиологических исследований), для Москвы в общем соответствует аналогичным показателям для Российской Федерации. Таким образом, оценка текущего состояния лучевой диагностики в Москве с учетом указанных выше особенностей может быть экстраполирована на Российскую Федерацию.

⁹ Официальный сайт базы данных OECD. URL: <https://www.oecd.org/health/health-at-a-glance/> (Дата обращения: 24.05.2022) [Official website of the OECD database Available from: <https://www.oecd.org/health/health-at-a-glance/> (Accessed: 24.05.2022)]

¹⁰ Приказ Минздрава РФ № 240, Госатомнадзора РФ № 65, Госкомэкологии РФ № 289 от 21.06.1999 «Об утверждении типовых форм радиационно-гигиенических паспортов» [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation N 240, Federal Service for Ecological, Technological and Nuclear Supervision of the Russian Federation N 65, State Committee of the Russian Federation for Environmental Protection N 289 dated 06/21/1999 «On approval of standard forms of radiation-hygienic passports» (In Russ.)]

Результаты сравнительного анализа показателей, характеризующих состояние лучевой диагностики в Москве и Российской Федерации в целом по данным радиационно-гигиенической паспортизации за 2019 г.

Results of a comparative analysis of indicators characterizing the state of X-ray diagnostics between Moscow and the Russian Federation according to the data from radiation-hygiene certification for 2019]

Группа показателей [Indicator]	Показатель [Indicator]	Москва [Moscow]		Российская Федерация [Russian Federation]		Доля Москвы в показателе Российской Федерации, % [Share of Moscow in the Russian Federation]
		абсолютные значения [Absolute values]	в расчете на 1 млн жителей [per 1 million inhabitants]	абсолютные значения [Absolute values]	в расчете на 1 млн жителей [per 1 million inhabitants]	
	Среднегодовая численность населения в 2019 г. [The average population in 2019]	12 646 679		146 764 655		8,6%
Организации, эксплуатирующие ИИИ [Organizations operating sources of ionizing exposure]	Медицинские организации, эксплуатирующие ИИИ [Medical organizations operating sources of ionizing exposure]	1 437	114	16 743	114	8,6%
	Организаций всего, эксплуатирующих ИИИ [Total number of organizations operating sources of ionizing exposure]	1 936	153	22 086	150	8,8%
	Процентный вклад медицинских организаций [Contribution of medical organizations, %]	74,2%		75,8%		–
Источники ионизирующего излучения (ИИИ) [Sources of ionizing exposure]	Медицинские ИИИ [Medical sources of ionizing exposure]	5 808	459	55 068	375	10,5%
	Всего ИИИ [Total number of sources of ionizing exposure]	15 310	1 211	161 658	1 101	9,5%
	Процентный вклад медицинских ИИИ [Contribution of medical sources of ionizing exposure]	37,9%		34,1%		–
Персонал, работающий с ИИИ [Staff working with sources of ionizing exposure]	Медицинский персонал группы А [Medical staff (group A)]	11 948	945	90 922	620	13,1%
	Персонал группы А всего [Total staff (group A)]	25 574	2 022	213 243	1 453	12,0%
	Процентный вклад медицинского персонала группы А [Contribution of medical staff (group A)]	46,7%		42,6%		–
	Медицинский персонал группы Б [Medical staff (group B)]	2 162	171	10 414	71	20,8%
	Персонал группы Б [Total staff (group B)]	3 635	287	82 464	562	4,4%
	Процентный вклад медицинского персонала группы Б [Contribution of medical staff (group B)]	59,5%		12,6%		–
	Медицинский персонал группы А+Б [Medical staff (group A+B)]	14 110	1 116	101 336	690	13,9%
	Персонал группы А+Б всего [Total staff (group A+B)]	29 209	2 310	295 707	2 015	9,9%
	Процентный вклад медицинского персонала всего [Contribution of medical staff (group A+B)]	48,3%		34,3%		–
Количество проведенных исследований [Number of examinations]	Флюорография [Fluorography]	7 484	592	88 005	600	8,5%
	Процентный вклад в структуру лучевой диагностики [Contribution to the X-ray diagnostics structure]	26,3%		29,5%		–

Группа показателей [Indicator]	Показатель [Indicator]	Москва [Moscow]		Российская Федерация [Russian Federation]		Доля Москвы в показателе Российской Федерации, % [Share of Moscow in the Russian Federation]
		абсолютные значения [Absolute values]	в расчете на 1 млн жителей [per 1 million inhabitants]	абсолютные значения [Absolute values]	в расчете на 1 млн жителей [per 1 million inhabitants]	
Количество проведенных исследований [Number of examinations]	Рентгенография [Radiography]	17 832	1 410	191 793	1 307	9,3%
	Процентный вклад в структуру лучевой диагностики [Contribution to the X-ray diagnostics structure]		62,7%		64,4%	–
	Рентгеноскопия [Fluoroscopy]	242	19	1 691	12	14,3%
	Процентный вклад в структуру лучевой диагностики [Contribution to the X-ray diagnostics structure]		0,9%		0,6%	–
	Компьютерная томография [СТ]	1 911	151	13 479	92	14,2%
	Процентный вклад в структуру лучевой диагностики [Contribution to the X-ray diagnostics structure]		6,7%		4,5%	–
	Радионуклидная диагностика [Radionuclide diagnostics]	122	10	587	4	20,8%
	Процентный вклад в структуру лучевой диагностики [Contribution to the X-ray diagnostics structure]		0,4%		0,2%	–
	Прочие [Others]	872	69	2 481	17	35,1%
	Процентный вклад в структуру лучевой диагностики [Contribution to the X-ray diagnostics structure]		3,1%		0,8%	–
	Всего [Total]	28 463	2 251	298 036	2 031	9,6%
	Процентный вклад в структуру лучевой диагностики [Contribution to the X-ray diagnostics structure]		100,0%		100,0%	–
	Флюорография [Fluorography]	339	27	5 547	38	6,1%
	Процентный вклад в коллективную дозу [Contribution to the collective dose]		2,9%		6,3%	–
	Коллективная доза от медицинского облучения, чел.Зв [Collective dose from medical exposure, man.Sv]	Рентгенография [Radiography]	1 162	92	16 863	115
Процентный вклад в коллективную дозу [Contribution to the collective dose]			9,8%		19,1%	–
Рентгеноскопия [Fluoroscopy]		792	63	4 263	29	18,6%
Процентный вклад в коллективную дозу [Contribution to the collective dose]			6,7%		4,8%	–
Компьютерная томография [СТ]		7 426	587	49 409	337	15,0%
Процентный вклад в коллективную дозу [Contribution to the collective dose]			62,8%		56,1%	–
Радионуклидная диагностика [Radionuclide diagnostics]		985	78	3 154	21	31,2%
Процентный вклад в коллективную дозу [Contribution to the collective dose]			8,3%		3,6%	–
Прочие [Others]		1 113	88	8 890	61	12,5%
Процентный вклад в коллективную дозу [Contribution to the collective dose]			9,4%		10,1%	–

Группа показателей [Indicator]	Показатель [Indicator]	Москва [Moscow]		Российская Федерация [Russian Federation]		Доля Москвы в показателе Российской Федерации, % [Share of Moscow in the Russian Federation]
		абсолютные значения [Absolute values]	в расчете на 1 млн жителей [per 1 million inhabitants]	абсолютные значения [Absolute values]	в расчете на 1 млн жителей [per 1 million inhabitants]	
Коллективная доза от медицинского облучения, чел.Зв [Collective dose from medical exposure, man.Sv]	Всего [Total]	11 816	934	88 126	600	13,4%
	Процентный вклад в коллективную дозу [Contribution to the collective dose]	100,0%		100,0%		–

2. Анализ полноты и достоверности данных

2.1. Оценка количества медицинских организаций

В соответствии с приказом Росстата¹¹ данные о дозах облучения пациентов по форме № 3-ДОЗ обязаны подавать все медицинские организации, в которых проводятся диагностические процедуры с ИИИ. Помимо этого, организации всех форм собственности обязаны предоставлять сведения о состоянии радиационной безопасности в рамках РГП, проводимой органами Роспотребнадзора¹². В качестве рабочей гипотезы было предположено, что данные указанных отчетных форм должны соответствовать друг другу, однако фактические значения по количеству организаций имели рас-

хождения в диапазоне 3–11% в зависимости от года наблюдения со средним отклонением 7,5% (см. табл. 1). Вероятно, выявленные отличия связаны с тем, что ведомственные и ряд частных медицинских организаций не подавали сведения по форме № 3-ДОЗ за отдельные отчетные периоды. По результатам анализа реестра выданных санитарно-эпидемиологических заключений количество подобных организаций не превышает 5%, что не вносит существенных отклонений в анализируемые данные, в связи с чем в рамках нашего исследования указанная погрешность не учитывалась.

Сравнение количества медицинских организаций между различными ведомственными отчетными формами представлено в таблице 2.

Количество организаций, представленных в различных отчетных формах за период 2017–2020 гг.

Таблица 2

Number of organizations presented in different statistical forms in 2017–2020]

[Table 2

Год [Year]	Форма № 3-ДОЗ [N 3-DOZ form]	РГП [Radiation-hygiene passport]			Форма № 30 [Form N 30]		ЕРИС [Unified Radiological Information Service]
	МО** [MO]	МО [MO]	Всего [Total]	ДЗМ* [MHD]	Фед. МО [Federal MO]	Всего [Total]	ДЗМ [MHD]
2017	1233	1391	1814	247	41	288	–
2018	1330	1450	1926	242	44	286	–
2019	1394	1437	1936	241	44	285	–
2020	1453	1492	2060	238	42	280	158

* – учреждения, подведомственные Департаменту здравоохранения г. Москвы [Organizations subordinated to the Department of Health of Moscow]

** МО – медицинские организации [Medical organizations]

¹¹ Приказ Росстата от 16.11.2013 № 411 «Об утверждении статистического инструментария для организации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека федерального статистического наблюдения за санитарным состоянием территорий, профессиональными заболеваниями (отравлениями), дозами облучения» [Rosstat Order N 411 dated November 16, 2013 "On approval of statistical tools for the organization by the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection for federal statistical monitoring of the sanitary condition of territories, occupational diseases (poisoning), radiation doses" (In Russ.)]

¹² Постановление Правительства РФ от 28.01.1997 г. № 93 (ред. от 10.07.2014) «О Порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий» [Decree of the Government of the Russian Federation of January 28, 1997 N 93 (amended on July 10, 2014) «On the Procedure for the Development of Radiation-Hygiene Passports of Organizations and Territories» (In Russ.)]

Данные, указанные в форме № 30, не в полной мере отражают организации, эксплуатирующие ИИИ, так как указанная отчетная форма подается медицинскими организациями государственной и муниципальной систем здравоохранения, находящимися в ведении Министерства здравоохранения, часть из которых не имеет ИИИ¹³. Так, из 280 организаций, подававших отчетную форму в 2020 г., радиационные источники имеются в 252 (90%) организациях, из которых 212 (76%) относятся к ДЗМ. Отдельно стоит отметить, что форма № 30 содержит не более 17% от общего количества медицинских организаций, работающих с ИИИ (табл. 3). Однако следует учесть, что реальный вклад организаций, включенных в форму № 30, в формировании коллективной дозы должен быть существенно выше, что связано с большим количеством оборудования и проводимых исследований в данных организациях.

Сравнение числа организаций, включенных в различные формы статистической отчетности, за период 2017–2020 гг. представлено в таблице 3.

Из данных, представленных в таблицах 2 и 3, следует, что число медицинских организаций, представляющих форму № 3-ДОЗ в период 2017–2020 гг., увеличивалось в среднем на 5% в год; заполняющих радиационно-гигиенические паспорта и форму № 30 – значимо не менялось. Медицинские организации, заполняющие форму № 30, составляют около 17% от всего числа организаций с медицинскими ИИИ, представленных в РГП; и всего 19% от организаций, представленных в форме № 3-ДОЗ. Это указывает на необходимость дополнительного обоснования репрезентативности данных из формы № 30 по оборудованию для лучевой и радионуклидной диагностики и числу выполненных РРИ. Медицинские организации, включенные в ЕРИС, составляют всего 11% от числа организаций с медицинскими ИИИ в РГП и 12% от общего числа организаций в форме № 3-ДОЗ, но более половины от организаций, заполняющих форму № 30.

2.2. Оценка количества оборудования

Существенным недостатком формы № 3-ДОЗ является отсутствие информации об используемом оборудова-

Таблица 3

Сравнение числа организаций, эксплуатирующих медицинские источники ионизирующего излучения, между различными формами государственной статистической отчетности

[Table 3

Comparison of the number of organizations operating medical sources of ionizing exposure between different state statistical reporting forms]

Показатель [Indicator]	Среднее число за период 2017–2020 гг. [Average number in 2017-2020]	% вклад в число организаций с медицинскими ИИИ из РГП [Contribution to the number of organizations with medical IRS from RHP]	% вклад в форму № 3-ДОЗ [Contribution to the 3-DOZ form]	% вклад в форму № 30 [Contribution to the form N30]
Организации, эксплуатирующие ИИИ [Organizations operating SIE]	1934	134%*	–	–
Из них эксплуатирующих медицинские ИИИ [Among them organizations operating medical SIE]	1443	100%	–	–
Организации с медицинскими ИИИ, включенные в 3-ДОЗ [Organizations with medical SIE included in the 3-DOZ form]	1353	94%	100%	–
Организации с медицинскими ИИИ, включенные в форму 30 [Organizations with medical SIE included in the form No. 30]	252	17%	19%	100%
Подведомственные ДЗМ организации с медицинскими ИИИ, включенные в форму 30** [Organizations subordinated to the MHD with medical SIE included in the form No. 30*]	212	15%	16%	84%
Из них включены в данные ЕРИС* [Among them included in URIS*]	158	11%	12%	63%

* За 100% принято число организаций, эксплуатирующих медицинские ИИИ [100% corresponds to number of facilities with medical sources of ionizing exposure].

** Значения на 2020 г. [values in 2020].

¹³ Приказ Федеральной службы государственной статистики от 30 декабря 2020 г. № 863 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения с указаниями по их заполнению для организации Министерством здравоохранения Российской Федерации федерального статистического наблюдения в сфере охраны здоровья» [Order of the Federal State Statistics Service of December 30, 2020 N 863 «On approval of the forms of federal statistical observation with instructions for their conclusion for the organization of the Ministry of Health of the Russian Federation of Federal statistical observation in the field of health care» (In Russ.)]

нии, что сокращает возможности для интерпретации данных о структуре лучевой диагностики и уровнях облучения населения.

В РГП указано только общее количество рентгеновских аппаратов и других ИИИ, используемых в медицинских организациях, при этом не выделяются отдельные типы оборудования. Среднее значение числа рентгеновских аппаратов за период 2017–2020 гг. составило 5844 шт. со стандартным отклонением 451. Максимальное значение составило 6168 аппаратов в 2020 г.

Основными источниками сведений о количестве и типах оборудования является форма № 30 и данные о коли-

честве оборудования, подключенного к ЕРИС. При этом следует оговориться, что в форме № 30 не учитывается возможная неоднородность учета, связанная со списанием или закупкой оборудования в течение отчетного периода. Сводные данные об оборудовании для лучевой и радионуклидной диагностики из различных отчетных форм за период 2017–2020 гг. представлены в таблице 4.

Более детальный анализ данных по аппаратному парку из формы № 30 представлен в таблице 5. С целью оценки возможности использования данных ЕРИС информация по организациям ДЗМ и по всем организациям, предоставляющим форму № 30, была рассмотрена отдельно.

Таблица 4

Сравнение числа аппаратов для лучевой и радионуклидной диагностики между различными формами государственной статистической отчетности за период 2017–2020 гг.

[Table 4]

Comparison of the number of equipment for X-ray and radionuclide diagnostics between different state statistical reporting forms in 2017–2020]

Год [Year]	Форма № 3-ДОЗ [3-DOZ form]	РГП [RHP]	Форма № 30 [Form N30]	ЕРИС [URIS]		
	Число аппаратов [Number of units]	Число аппаратов [Number of units]	Число аппаратов [Number of units]	Вклад в общее число аппаратов из РГП, % [Contribution to the total number of units from RHP,%]	Число аппаратов [Number of units]	Вклад в общее число аппаратов из РГП, % [Contribution to the total number of units from RHP,%]
2017		5487	3343	61%	–	–
2018	Данные не представлены [Data not provided]	5934	3297	56%	–	–
2019		5786	3199	55%	–	–
2020		6168	3233	52%	1203	21%
Среднее [Average]	–	5844	3268	56%	1203	21%

Таблица 5

Процентный вклад оборудования для лучевой диагностики, находящегося в организациях, подведомственных ДЗМ, по сравнению со всей Москвой за период 2017–2020 гг.

[Table 5]

The percentage contribution of equipment for X-ray diagnostics, located in organizations subordinate to the Moscow Health Department, compared with the Moscow in 2017–2020]

Показатель [Indicator]	2017	2018	2019	2020
Количество КТ (Москва) [Number of CT units (Moscow)]	271	282	279	305
Количество КТ (ДЗМ) [Number of CT units (MHD)]	170	176	176	197
Вклад оборудования ДЗМ, % [Contribution of units of MHD, %]	63%	62%	63%	65%
Из них свыше 64 срезов (Москва) [Among them > 64 slices (Moscow)]	112	157	179	204
Из них свыше 64 срезов (ДЗМ) [Among them > 64 slices (MHD)]	75	107	120	142
Вклад оборудования ДЗМ, % [Contribution of units of MHD, %]	67%	68%	67%	70%
Рентгеновские аппараты (Москва) [Radiography units (Moscow)]	881	861	839	799
Рентгеновские аппараты (ДЗМ) [Radiography units (MHD)]	745	724	711	672
Вклад оборудования ДЗМ, % [Contribution of units of MHD, %]	85%	84%	85%	84%

Показатель [Indicator]	2017	2018	2019	2020
Флюорографы (Москва) [Fluorography units (Moscow)]	319	310	305	294
Флюорографы (ДЗМ) [Fluorography units (MHD)]	305	297	294	285
Вклад оборудования ДЗМ, % [Contribution of units of MHD, %]	96%	96%	96%	97%
Маммографы (Москва) [Mammography units (Moscow)]	231	227	217	206
Маммографы (ДЗМ) [Mammography units (MHD)]	198	191	183	173
Вклад оборудования ДЗМ, % [Contribution of units of MHD, %]	86%	84%	84%	84%
Ангиографы (Москва) [Angiography units (Moscow)]	110	115	115	125
Ангиографы (ДЗМ) [Angiography equipment (MHD)]	46	50	50	57
Вклад оборудования ДЗМ, % [Contribution of units of MHD, %]	42%	43%	43%	46%
Рентгеновские аппараты всего (Москва) [Total number of X-Ray units (Moscow)]	3343	3297	3199	3233
Рентгеновские аппараты всего (ДЗМ) [Total number of X-Ray units (MHD)]	2630	2559	2487	2501
Вклад оборудования ДЗМ, % [Contribution of units of MHD, %]	79%	78%	78%	77%

Из результатов анализа следует, что парк оборудования, включенный в форму № 30, составляет более 50% от указанного в РГП (см. табл. 4), из которого к ДЗМ относится более 40% (см. табл. 5). 75% рентгеновских аппаратов, указанных в форме № 30, относятся к ДЗМ; доля флюорографов составляет до 97%. С другой стороны, это означает, что медицинские организации, не включенные в форму № 30, в основном, используют другие типы рентгенологического оборудования, такие как дентальные аппараты.

Неоспоримым преимуществом формы № 30 является наличие информации о количестве оборудования старше 10 лет. Так, в 2020 г. доля нового оборудования составила 70%, а среди КТ – 83% по Москве и 90,4% по организациям ДЗМ. Это свидетельствует о том, что парк рентгенодиагностического оборудования, эксплуатируемого в Москве, является достаточно современным.

Отдельно следует рассмотреть количество аппаратов для радионуклидной диагностики и ПЭТ/КТ-аппаратов в частности (табл. 6). Согласно форме № 30, в федеральных медицинских организациях, расположенных на территории г. Москвы, размещено 7 ПЭТ/КТ, при этом, по данным ЕРИС, всего насчитывается 17 аппаратов, осуществляющих диагностику в рамках программы ОМС. Таким образом, по оборудованию для радионуклидной диагностики форма № 30 не учитывает реальное количество оборудования, что, в первую очередь, связано с развитием ядерной медицины в частных медицинских организациях.

К сожалению, ни в одной форме, за исключением сведений из ЕРИС, не содержится информация о времени простоя оборудования, которое могло бы с большей степенью достоверности свидетельствовать о состоянии парка оборудования и его работоспособности.

2.3. Оценка количества рентгенорадиологических процедур и коллективной дозы от медицинского облучения

Количество проведенных процедур учитывается во всех рассмотренных отчетных формах. Следует отметить, что в ряде отчетных форм, например, форме № 3-ДОЗ разделяют количество процедур и исследований. В соответствии с методическими рекомендациями по заполнению формы № 3-ДОЗ под рентгенорадиологической процедурой подразумевается разовое однократное облучение пациента (один рентгеновский снимок); под РПИ – полный цикл исследования определенной анатомической области пациента, который может включать несколько процедур (снимков) в различных проекциях. По данным за 2020 г., в среднем на одно исследование приходилось 1,4 процедуры, что обусловлено соотношением числа рентгеновских снимков, выполненных в прямой и боковой проекциях (в среднем одно рентгенографическое исследование состоит из одного снимка (процедуры) в прямой проекции и 0,4 снимков (процедур) в боковой проекции), что связано с особенностями методики учета и заполнения отчетных форм. Также следует отметить, что в форме № 30 используется термин «Исследования», а в РГП – «Процедуры». Дополнительных разъяснений по применению данных терминов в руководствах по заполнению данных форм не представлено. Данное обстоятельство вносит дополнительные сложности и разночтения в оценку результатов сравнения и в оценку лучевой нагрузки. Это означает, что для корректного использования данных требуется унификация используемых терминов и подходов к заполнению отчетных форм.

Существенным недостатком формы № 3-ДОЗ является слишком большая группировка данных, которая существенно ограничивает возможности интерпретации

Таблица 6

Динамика изменения числа оборудования для ядерной медицины за период 2017–2020 гг.

[Table 6]

The dynamics of changes in the number of equipment for nuclear medicine in 2017–2020]

Тип оборудования [Type of equipment]	2017	2018	2019	2020
ПЭТ-/КТ-аппараты [PET/CT units]	7	8	8	7
Циклотроны [Cyclotrons]	3	3	2	2
Прочие (ОФЭКТ*, гамма-камеры, ренографы) [Others (SPECT, gamma cameras, renographs)]	76	76	65	64
Аппараты для радионуклидной диагностики, всего [Total number of units for radionuclide diagnostics]	86	87	75	73

*ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография [Single-photon emission computed tomography]

и прогноза структуры лучевой нагрузки. Например, при описании радионуклидных исследований не выделены ПЭТ-исследования, также не выделены отдельно ангиографические исследования, дентальные КТ и некоторые другие виды исследований.

Сравнительная оценка количества рентгенорадиологических процедур в общем и КТ в частности за период 2017–2020 гг. между различными формами государственной статистической отчетности представлена в таблице 7.

Следует отметить, что в форме № 30 содержатся данные по 80% КТ исследований и 60% всех РПИ, выполненных в г. Москве за рассмотренный период. В крайне незна-

чительном количестве медицинских организаций в ЕРИС (11% в соответствии с таблицей 3) было выполнено 62% КТ.

Сравнение коллективных доз от медицинского облучения, в том числе и от КТ, из различных форм государственной статистической отчетности за период 2017–2020 гг. представлено в таблице 8.

Следует отметить, что коллективные дозы из формы № 3-ДОЗ в 2018 и 2019 гг. и число исследований из формы № 3-ДОЗ в 2019 г. несколько выше по сравнению с РГП за аналогичный период. Данные различия, скорее всего, связаны с процедурными ошибками при заполнении данных статистических форм. Изменения в структуре

Таблица 7

Сравнение числа рентгенорадиологических процедур и компьютерных томографий за период 2017–2020 гг. между различными источниками данных

[Table 7]

Comparison of the number of radiography procedures and computed tomography in 2017–2020 between different data sources]

Форма [Form]	Исследования [Examinations]	2017	2018	2019	2020	Среднее [Average]
РГП [RHP]	КТ [CT]	1 526 297	1 921 596	1 910 509	3 137 522	2 123 981
	Всего [Total]	27 507 783	29 722 242	28 462 582	24 625 305	27 579 478
	КТ [CT]	1 496 900	1 843 500	2 035 000	3 113 932	2 122 333
3-ДОЗ [3-DOZ]	% от РГП [% from RHP]	98%	96%	107%	99%	100%
	Всего [Total]	27 128 300	28 882 700	29 705 900	23 626 480	27 335 845
	% от РГП [% from RHP]	99%	97%	104%	96%	99%
Форма № 30 (Москва) [Form N30 (Moscow)]	КТ [CT]	1 220 368	1 459 335	1 562 110	2 360 715	1 650 632
	% от РГП [% from RHP]	80%	76%	82%	75%	78%
	Всего [Total]	15 630 759	16 420 962	16 354 500	13 409 968	15 454 047
Форма № 30 (ДЗМ) [Form N30 (MHD)]	% от РГП [% from RHP]	57%	55%	57%	54%	56%
	КТ [CT]	942 344	1 168 463	1 249 964	2 012 409	1 343 295
	% от РГП [% from RHP]	62%	61%	65%	64%	63%
ЕРИС [URIS]	Всего [Total]	14 414 171	15 180 080	15 089 341	12 375 965	14 264 889
	% от РГП [% from RHP]	52%	51%	53%	50%	52%
	КТ [CT]	–	–	–	1 931 908	1 931 908
ЕРИС [URIS]	% от РГП [% from RHP]	–	–	–	62%	62%
	Всего [Total]	–	–	–	6 485 004	6 485 004
	% от РГП [% from RHP]	–	–	–	26%	26%

Таблица 8

Сравнение коллективных доз от медицинского облучения из различных форм государственной статистической отчетности за период 2017–2020 гг.

[Table 8

Comparison of collective doses from medical exposure from different state statistical reporting forms in 2017–2020]

Год [Year]	РГП (медицина) [RHP (medicine)]	3-ДОЗ [3-DOZ]		КТ 3-ДОЗ [CT 3-DOZ]	
	Коллективная доза, чел.-Зв [Collective dose, person-Sv]	Коллективная доза, чел.-Зв [Collective dose, person-Sv]	% вклад в РГП [Contribution to RHP]	Коллективная доза, чел.-Зв [Collective dose, person-Sv]	% вклад в РГП [Contribution to RHP]
2017	11 097,17	10 946	99%	6 649,28	60%
2018	11 497,60	11 593	101%	7 447,21	65%
2019	11 816,20	12 582	106%	8 179,05	69%
2020	17062,28	16 662	98%	12 644,68	74%

коллективной дозы в данном исследовании не рассматривались; они будут изучены в следующих работах.

Заключение

Представленный в статье анализ трендов развития лучевой диагностики показывает рост всех выбранных показателей в период 2017–2020 гг. в Москве. С каждым годом увеличивается число организаций, использующих источники ионизирующего излучения в медицине (в среднем на 5% в год). К сожалению, выделить из общей выборки московских медицинских организаций небольшие частные клиники, в частности, стоматологические, которые не оказывают значимого влияния на коллективную дозу облучения населения Москвы, в рамках анализа форм статистической отчетности не представляется возможным. При этом число единиц оборудования для лучевой диагностики значимо не изменяется, за исключением КТ. Число рентгенодиагностических исследований за рассмотренный период также значимо не меняется, за исключением КТ: в 2017–2019 гг. рост составил 13% в год; в период 2019–2020 гг. – на 51%, что связано с эпидемией новой коронавирусной инфекции COVID-19.

Результаты исследования динамики изменения числа РРИ и коллективной дозы за счет проведения РРИ подтверждают, что коллективная доза при медицинском облучении в Москве формируется, главным образом, за счет КТ-исследований. К сожалению, в связи с особенностями заполнения формы № 3-ДОЗ¹⁴ и радиационно-гигиенических паспортов в данный вид исследований попадают также стоматологические исследования: ортопантограммы и стоматологические КТ. Вычленение их из общего массива данных невозможно.

Сравнение рассмотренных 3 ведомственных форм статистической отчетности (формы № 3-ДОЗ, радиационно-гигиенических паспортов, формы № 30) и данных из ЕРИС показывает, что все формы обладают своими достоинствами и недостатками. Так, радиационно-гигиенические паспорта обладают максимальным охватом орга-

низаций по сравнению с прочими формами; но при этом содержат наиболее ограниченный объем информации, как по видам оборудования для лучевой диагностики, так и по числу и коллективным дозам при проведении рентгенодиагностических исследований. Форма № 3-ДОЗ содержит дифференцированную информацию по структуре лучевой диагностики с выделением отдельных анатомических областей, но охватывает меньший процент медицинских организаций. Форма № 30 содержит детальную информацию по парку оборудования, но при этом затрагивает всего около 15% от числа всех медицинских организаций.

Следует отметить, что в существующей системе государственной статистической отчетности получить сведения об индивидуальных дозах облучения пациентов или стандартных (типичных) дозах для отдельных рентгеновских аппаратов или КТ невозможно. Форма № 3-ДОЗ содержит сведения, усредненные на уровне медицинской организации; радиационно-гигиенические паспорта – агрегированные данные с еще более низкой детализацией; другие источники данных по дозам облучения не содержат в принципе. Таким образом, реализовать на практике основной принцип радиационной защиты в медицине – принцип оптимизации – не представляется возможным. Данный факт требует совершенствования текущих форм сбора данных и/или разработки новых инструментов мониторинга доз облучения пациентов, выявления объектов/аппаратов с аномально высокими или низкими дозами облучения пациентов, и обоснования принятия управленческих решений. Внедрение подобных систем сбора и анализа данных является наиболее рациональным способом повышения информационной прозрачности данных о дозах населения за счет медицинского облучения, что подтверждается большим количеством международных документов и научных публикаций [3].

Итоговое сравнение различных источников данных по структуре лучевой диагностики и коллективным дозам от медицинского облучения представлено в таблице 9.

¹⁴ Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ. Методические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности. Утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 16.02.2007 г. № 0100/1659-07-26. [Filling of the Federal state statistical surveillance form No. 3- DOZ. Methodical recommendations the provision of the radiation safety. Approved by the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection on February 16, 2007, No. 0100 / 1659-07-26. (In Russ.)]

Сравнение полноты различных форм государственной статистической отчетности по показателям

[Table 9]

Comparison of the completeness of different state statistical reporting forms by indicators]

Показатель [Indicator]	% охвата в среднем период 2017–2020 гг. [Percentage of coverage on average in 2017–2020]			
	РГП (медицинские организации) [RHP (medical organizations)]	3-ДОЗ [3-DOZ]	Форма № 30 (ДЗМ) [Form N30 (MHD)]	ЕРИС [URIS]
Количественные показатели [Quantitative indicators]				
Медицинские организации [Medical organizations]	100%	94%	20%	11%
Общее число аппаратов для рентгеновской и радионуклидной диагностики [The total number of equipment for x-ray and radionuclide diagnostics]	100%	–	57%	23%
Персонал [Staff]	100%	–	39%	–
Число РПИ [Number of X-ray examinations]	100%	102%	58%	24%
Число КТ-исследований [Number of CT examinations]	100%	97%	75%	88%
Коллективная доза за счет РПИ [Collective dose from X-ray examinations]	100%	100%	–	–
Средняя эффективная доза за вид РПИ [Average effective dose per X-ray examination type]	100%	100%	–	–
Качественные показатели [Qualitative indicators]				
Число аппаратов по типам [Number of units by type]	–	–	+	+
Средняя эффективная доза за РПИ для конкретного аппарата [Average effective dose per X-ray examination for a specific unit]	–	–	–	+
Индивидуальная доза пациента [Individual patient dose]	–	–	–	+

Притом, что в форму № 30 включено всего 15% от всех организаций, эксплуатирующих ИИИ, в них выполняется 58% всех РПИ и 75% всех КТ-исследований. При крайне незначительном охвате медицинских организаций ЕРИС (11%) из данной системы возможно получить информацию о 88% всех КТ-исследований.

Таким образом, для комплексной оценки состояния лучевой диагностики необходима компиляция данных из различных форм статистической отчетности, что, безусловно, негативным образом влияет на достоверность и репрезентативность полученных данных. Особо следует отметить различия в номенклатуре для всех рентгенорадиологических исследований между формами отчетности Минздрава и Роспотребнадзора при отсутствии единых требований для отнесения исследований к различным категориям. Так, используемый в форме № 3-ДОЗ подход с делением РПИ по анатомическим областям оправдан

с точки зрения оценки эффективных доз пациентов для рентгенографических и флюорографических исследований (т.е. для исследований с фиксированными и более-менее стандартизованными полями облучения), но приводит к существенным затруднениям и процедурным ошибкам при заполнении формы для исследований с динамической геометрией облучения (рентгеноскопии, интервенционные исследования) или для исследований, затрагивающих несколько анатомических областей (компьютерная томография, рентгеноскопии, интервенционные исследования). Как форма № 30, так и форма № 3-ДОЗ не учитывают номенклатуру из Федерального справочника инструментальных диагностических исследований¹⁵.

Наиболее важные показатели, с точки зрения оптимизации радиационной защиты пациентов (стандартные дозы; средние/медианные дозы для выбранного протокола для выбранного вида рентгенорадиологического

¹⁵ Министерство здравоохранения Российской Федерации. Федеральный справочник инструментальных диагностических исследований. URL: <https://nsi.rosminzdrav.ru/#!/refbook/1.2.643.5.1.13.13.11.1471> (Дата обращения: 25.05.2022) [Ministry of Health of the Russian Federation. Federal manual of instrumental diagnostic examinations [On-line resource] Available from: <https://nsi.rosminzdrav.ru/#!/refbook/1.2.643.5.1.13.13.11.1471> (Accessed: 05.25.2022) (In Russ.)]

исследования), во всех рассмотренных формах отсутствуют. Как в радиационно-гигиенических паспортах, так и в форме № 3-ДОЗ представлены коллективные дозы для различных методов лучевой диагностики. При этом только в форме № 3-ДОЗ коллективные дозы детализированы по анатомическим областям исследований. Представленный в данной форме массив данных позволяет получить средние эффективные дозы для выбранного метода лучевой диагностики для выбранной анатомической области, однако эти данные непригодны для оптимизации радиационной защиты пациентов. Существующий формат ЕРИС не позволяет получать данные по дозам облучения пациентов, однако это возможно после внесения изменений в систему сбора данных и расширения набора собираемых показателей.

Вполне вероятно, что дальнейшее внедрение электронных систем мониторинга и отчетности следующего поколения, а также систем межведомственного взаимодействия и создание электронного кабинета организаций позволят снизить вероятность непредставления отчетной документации и сделать ее более объективной. При этом наиболее эффективной является модель, при которой сведения о проведенных исследованиях и дозах, полученных конкретными пациентами, в автоматическом режиме поступают в систему непосредственно с оборудования, сразу после проведения исследования, однако внедрение подобной системы имеет свои экономические и технические ограничения, которые не позволяют в ближайшем будущем отказаться от используемых отчетных форм.

Таким образом, среди существующих отчетных форм нет полностью отвечающей задачам текущей оценки ситуации и оперативного управления. Часть данных РГП и 3-ДОЗ фактически дублируют друг друга, а имеющиеся расхождения скорее свидетельствуют о сложностях при сборе и обобщении информации, чем об отличиях в отчетных формах. Таким образом, действующие формы требуют пересмотра, объединения, уточнения и автоматизации процессов сбора данных. Разработке и научному обоснованию предложений по совершенствованию систем сбора данных о структуре лучевой диагностики и дозах облучению пациентов будут посвящены следующие работы авторов.

Личный вклад авторов

С.А. Рыжов – научное руководство исследованием, разработка дизайна исследования, формулировка научных гипотез, обработка полученных результатов, написание текста, обработка полученных результатов, написание окончательного текста.

А.В. Водоватов – разработка дизайна исследования, обработка полученных результатов, проанализировал данные и отредактировал промежуточный вариант статьи, представил окончательный вариант статьи в редакцию журнала.

И.В. Солдатов – систематизация и финальное редактирование статьи, отредактировал промежуточный вариант статьи.

З.А. Лантух – экспертная оценка списка литературы, систематизация и финальное редактирование статьи, проанализировала данные и отредактировала промежуточный вариант статьи.

А.Н. Мухортова – определение материалов и методов исследования.

Ю.В. Дружинина – подготовка черновика рукописи, поиск публикаций по теме, анализ литературы.

П.С. Дружинина – поиск публикаций по теме и анализ литературы, определение материалов исследования, обработка полученных результатов, редактирование статьи.

Благодарность

Авторы благодарны И.Е. Тюрину за помощь в поиске источников информации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования

Публикация не имела финансовой поддержки.

Литература

1. Scientific annex A: Evaluation of medical exposure to ionizing radiation The UNSCEAR 2020/2021 Report Volume I to the General Assembly (A/76/46). Официальный сайт НКДАР ООН. URL: https://css.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2020_21_Annex-A.pdf (Дата обращения: 16.05.2022)
2. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К., и др. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 1. Тенденции развития, структура лучевой диагностики и дозы медицинского облучения // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12, № 1. С. 6-24. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24>,
3. European Directive on Medical Exposures 97/43/Euratom и ICRP, 2020. Proceedings of the Fifth International Symposium on the System of Radiological Protection. Ann. ICRP. 2020. 49(S1).
4. Vodovatov A.V., Romanovich I.K., Istorik O.A., et al. PREPRINT – Preliminary assessment of structure and collective dose from CT examinations related to COVID-19 diagnostics in the Russian Federation in March-June 2020. URL: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.08.25.20181396v1> (Дата обращения: 29.03.2022) <https://doi.org/10.1101/2020.08.25.20181396>
5. Барковский А.Н., Ахматдинов Р.Р., Ахматдинов Р.Р., и др. Итоги функционирования Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан Российской Федерации по данным за 2017 г. // Радиационная гигиена. 2018. Т. 11, № 4. С. 98-128. DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-4-98-128
6. Реестры Роспотребнадзора. Сервер поиска по реестрам Роспотребнадзора. URL: <http://fp.crc.ru/> (Дата обращения: 29.03.2022)
7. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2015 год (радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. 63 с.
8. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2016 год (радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2017. 64 с.
9. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2017 год (радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2018. 67 с.
10. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2018 год

- (радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2019. 69 с.
11. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2019 год (радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2020. 63 с.
 12. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2020 год (радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2021. 66 с.
 13. Федеральная Служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (Дата обращения: 29.03.2022)
 14. Балонов М.И., Голиков В.Ю., Водоватов А.В., и др. Научные основы радиационной защиты в современной медицине. Том 1. Лучевая диагностика. Под ред. профессора М.И. Балонина. СПб.: НИИРГ имени проф. П.В. Рамзаева, 2019. Т. 1. 320 с.
 15. Sören Mattsson. Need for individual cancer risk estimates in X-ray and nuclear medicine imaging // Radiation Protection Dosimetry. 2016. Vol. 169, Issue 1-4. P. 11–16. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncw034>
 16. Madan M. Rehani. Patient radiation exposure and dose tracking: a perspective // Journal of Medical Imaging. 2017. Vol. 4, No 3. P. 031206. Doi: 10.1117/1.JMI.4.3.031206
 17. Martin C.J., Harrison J.D., Rehani M.M. Effective dose from radiation exposure in medicine: past, present, and future // Physica Medica. 2020. No 79. P. 87–92. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.10.020>

Поступила: 05.05.2022 г.

Рыжов Сергей Анатольевич – вице-президент Ассоциации медицинских физиков России; начальник отдела радиационной безопасности и медицинской физики Национального медицинского исследовательского центра детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева; научный сотрудник Научно-практического клинического центра диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия. **Адрес для переписки:** 117997, г. Москва, ГСП-7, ул. Саморы Машела, д. 1; E-mail: mosrg@mail.ru

Водоватов Александр Валерьевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций, 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

Дружинина Юлия Владимировна – эксперт отдела клинической дозиметрии и медицинской физики, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы; преподаватель кафедры радиационной гигиены имени академика Ф.Г. Кроткова, Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

Солдатов Илья Владимирович – начальник лаборатории, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Лантух Зоя Александровна – начальник отдела дозиметрического контроля и медицинской физики, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Мухортова Анна Николаевна – начальник информационно-аналитического отдела, Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Дружинина Полина Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций 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: Рыжов С.А., Водоватов А.В., Солдатов И.В., Лантух З.А., Мухортова А.Н., Дружинина Ю.В., Дружинина П.С. Предложения по совершенствованию системы радиационной безопасности при медицинском облучении. Часть 1. Анализ информации, содержащейся в государственных отчетных формах и информационных базах данных, на примере города Москвы // Радиационная гигиена. 2022. Т. 15, № 3. С. 92-109. DOI: 10.21514/1998-426X-2022-15-3-92-109

**Proposals for Improving the System of Radiation Safety in Medical Exposure.
Part 1. Analysis of information contained in state reporting forms and information databases
in Moscow**

Sergey A. Ryzhov^{1,2}, Alexander V. Vodovатов³, Ilya V. Soldatov¹, Zoya A. Lantukh¹, Anna N. Mukhortova¹,
Yulia V. Druzhinina^{1,4}, Polina S. Druzhinina³

¹ Research and Practical Clinical Centre of Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia

² National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology after Dmitry Rogachev of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

³ Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint-Petersburg, Russia

⁴ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

The aim of the search was to compare the sources of information and evaluate dynamics of changes of the patients doses during x-ray and radionuclide examinations in medical organizations in Moscow from 2017 to 2020. Material and methods: Reporting forms № 3-DOZ, № 30 and Radiation-Hygienic Passport for 2017–2020 from Moscow organizations of different forms of ownership were collected and analyzed. The analysis was performed of the main indicators that determine the radiation safety in medical exposure: the number of medical organizations operating sources of ionizing radiation, the equipment of radiation diagnostics, the structure of radiation diagnostics and collective doses from medical exposure. Results: The analysis of trends of the development of radiation diagnostics in Moscow presented in the paper shows that the number of organizations operating ionizing radiation sources is increasing every year; the number of computed tomography scanners is growing by an average of 10% per year, and there is approximately the same increase in the number of computed tomography examinations. Therefore, in 2017-2019 the annual increase in the number of examinations was 10%; it was 30% in 2019–2020, which is associated with the epidemic of the new coronavirus infection COVID-19. The increase in the collective dose from medical exposure corresponds to the increase in the number of X-ray examinations. Comparison of the considered reporting forms and data from the unified X-ray information system shows that all reporting forms have their advantages and disadvantages, which are discussed in detail in the paper. For a comprehensive assessment of the condition of radiation diagnostics, it is necessary to compile data from different statistical reporting forms, which negatively affects the reliability and representativeness of the data. It should be noted that all the considered statistical reporting forms provide no data on individual and accumulated patients doses, as well as standard (typical) doses for the equipment of X-ray and radionuclide diagnostics. The existing procedure of data collection does not allow to receive and analyze the data online. Conclusion: Among the analyzed statistical reporting forms, there is no one that fully provides the tasks of the current assessment of the situation and operational management of public radiation doses. Some of the data in fact duplicate each other, and the existing discrepancies are more likely express difficulties in collecting and summarizing information than differences in reporting forms. Current statistical reporting forms require revision, consolidation, clarification and automation of data collection processes. Further implementation of electronic systems for recording and controlling patients doses, and generation monitoring and reporting systems, as well as interdepartmental interaction systems and the creation of an electronic office of organizations will reduce the rate of non-submission of reporting documentation. That makes it more objective and provides all the data necessary to optimize radiation protection of patients.

Key words: radiation safety, patient doses, patient, radiology, computed tomography, fluorography, radiation diagnostics, reporting form, analytics.

Personal participation of authors

S.A. Ryzhov – scientific management of the study, development of the design of the study, formulation of scientific hypotheses, processing of the results, writing the text, writing the final text.

A.V. Vodovатов – developed the design of the study, processed the results, analyzed the data and edited the intermediate version of the article, submitted the final version of the article to the editors of the journal.

I.V. Soldatov – systematization and final editing of the article and edited the intermediate version of the article.

Z.A. Lantukh – expert evaluation of references, systematization and final editing of the article, analyzed the data and edited the intermediate version of the article;

A.N. Mukhortova – definition of materials and research methods.

Yu.V. Druzhinina – preparation of the manuscript draft, search publications on the topic, analysis of the literature.

Sergey A. Ryzhov

Research and Practical Clinical Centre of Diagnostics and Telemedicine Technologies

Address for correspondence: 117997, Moscow, GSP-7, st. Samora Mashela 1, Russia; E-mail: mosrg@mail.ru

P.S. Druzhinina – search publications on the topic and analysis of the literature, identification of research materials, processing of the results, editing the article.

Acknowledgement

The authors are grateful to I.E. Tyurin for help in finding sources of information.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Sources of financing

The publication was not supported financially.

References

1. Scientific annex A: Evaluation of medical exposure to ionizing radiation The UNSCEAR 2020/2021 Report Volume I to the General Assembly (A/76/46). [Online resource]: UNSCEAR official website. Available from: https://css.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2020_21_Annex-A.pdf (Accessed: 16.05.2022)
2. Onischenko GG, Popova AYU, Romanovich IK, Vodovatov AV, Bashketova NS, Istorik OA, et al. Modern principles of the radiation protection from sources of ionizing radiation in medicine. Part 1: Trends, structure of x-ray diagnostics and doses from medical exposure. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2019;12(1): 6-24. (In Russian) <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24>
3. European Directive on Medical Exposures 97/43/Euratom ICRP, 2020. Proceedings of the Fifth International Symposium on the System of Radiological Protection. *Ann. ICRP*. 2020; 49(S1).
4. Vodovatov AV, Romanovich IK, Istorik OA, Eremina LA, Morozov SP, Ryzhov SA, et al. PREPRINT – Preliminary assessment of structure and collective dose from CT examinations related to COVID-19 diagnostics in the Russian Federation in March-June 2020. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.08.25.20181396v1> (Accessed: 29.03.2022) <https://doi.org/10.1101/2020.08.25.20181396>
5. Barkovsky AN, Akhmatdinov RR, Akhmatdinov RR, Baryshkov NK, Biblin AM, Bratilova AA, et al. Radiation doses to the population of the Russian Federation in 2018. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2018;11(4): 98-128. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-4-98-128
6. Registers of the Federal Service for Surveillance on Human Wellbeing and Consumer Rights Protection. [On-line resource]: search server for registers of the Federal Service for Surveillance on Human Wellbeing and Consumer Rights Protection. Available from: <http://fp.crc.ru/> (Accessed: 29.03.2022). (In Russian).
7. Results of radiation-hygienic certification in the regions of the Russian Federation in 2015 (radiation-hygienic passport of the Russian Federation). Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection; 2016. 63 p. (In Russian).
8. Results of radiation-hygienic certification in the regions of the Russian Federation in 2016 (radiation-hygienic passport of the Russian Federation). Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection; 2017. 64 p. (In Russian).
9. Results of radiation-hygienic certification in the regions of the Russian Federation in 2017 (radiation-hygienic passport of the Russian Federation). Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection; 2018. 67 p. (In Russian).
10. Results of radiation-hygienic certification in the regions of the Russian Federation in 2018 (radiation-hygienic passport of the Russian Federation). Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection; 2019. 69 p. (In Russian).
11. Results of radiation-hygienic certification in the regions of the Russian Federation in 2019 (radiation-hygienic passport of the Russian Federation). Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection; 2020. 63 p. (In Russian).
12. Results of radiation-hygienic certification in the regions of the Russian Federation in 2020 (radiation-hygienic passport of the Russian Federation). Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of the Federal Service for Surveillance on Human Well-being and Consumer Rights Protection; 2021. 66 p. (In Russian).
13. Federal State Statistics Service. [Online resource]: Available from: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (Accessed: 29.03.2022). (In Russian).
14. Balonov MI, Golikov VYu, Vodovatov AV, Chipiga LA, Zvonova IA, Kalnitsky SA, et al. Scientific foundations of radiation protection in medicine. Volume 1. Radiation diagnostics. Ed. professor M.I. Balonov. Saint-Petersburg: NIIRG after prof. P.V. Ramzaev; 2019. Vol. 1. 320 p. (In Russian).
15. Sören Mattsson. Need for individual cancer risk estimates in X-ray and nuclear medicine imaging. *Radiation Protection Dosimetry*. 2016;169(1-4): 11–16. <https://doi.org/10.1093/rdp/ncw034>
16. Madan M Rehani. Patient radiation exposure and dose tracking: a perspective. *Journal of Medical Imaging*. 2017;4(3): 031206. Doi: 10.1117/1.JMI.4.3.031206
17. Martin CJ, Harrison JD, Rehani MM. Effective dose from radiation exposure in medicine: past, present, and future. *Physica Medica*. 2020;79: 87–92. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.10.020>

Received: May 05, 2022

For correspondence: Sergey A. Ryzhov – Vice-President of the Association of Medical Physicists of Russia; Head of the Department of Radiation Safety and Medical Physics, National Medical Research Center for Pediatric Hematology, Oncology and Immunology after Dmitry Rogachev; Researcher, Research and Practical Clinical Centre of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow City Health Department, Moscow, Russia (117997, Moscow, GSP-7, str. Samora Mashela, 1; E-mail: mosrg@mail.ru)

Alexander V. Vodovatov – PhD, Leading Researcher, Head of Medical Protection Laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being; Saint-Petersburg, Russia

Ilya V. Soldatov – Head of Laboratory in Research and Practical Clinical Centre of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow City Health Department, Moscow, Russia

Zoya A. Lantukh – Head of the Department of Dosimetric Control and Medical Physics in Research and Practical Clinical Centre of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow City Health Department, Moscow, Russia

Anna N. Mukhortova – Head of the Information and Analytical Department in Research and Practical Clinical Centre of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow City Health Department, Moscow, Russia

Yulia V. Druzhinina – Expert of the Department of Clinical Dosimetry and Medical Physics in Research and Practical Clinical Centre of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow City Health Department; teacher of the Department of Radiation Hygiene after Academician F.G. Krotkova of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Polina S. Druzhinina – junior researcher, Medical protection laboratory, 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: Ryzhov S.A., Vodovatov A.V., Soldatov I.V., Lantukh Z.A., Mukhortova A.N., Druzhinina Yu.V., Druzhinina P.S. Proposals for Improving the System of Radiation Safety in Medical Exposure. Part 1. Analysis of information contained in state reporting forms and information databases in Moscow. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2022. Vol. 15, No. 3. P. 92-109. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2022-15-3-92-109