

Б.Я. Наркевич<sup>1,2</sup>**РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ:  
СООБЩЕНИЕ II. НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**<sup>1</sup>Ассоциация медицинских физиков России, Москва<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ, Москва

Контактное лицо: Наркевич Борис Ярославович: narvik@yandex.ru

**РЕФЕРАТ**

Рассмотрена специфика усовершенствования действующих в настоящее время нормативных актов по ядерной медицине в условиях «регуляторной гильотины». Проанализировано современное состояние нормативной документации по обеспечению радиационной безопасности пациентов, персонала, отдельных лиц из населения и окружающей среды, а также по оценке вредности условий труда и пенсионного обеспечения персонала отечественных подразделений ядерной медицины. Показано наличие большого числа положений, научно не обоснованных и не соответствующих международным рекомендациям и многолетней практике ядерной медицины. Разработан ряд предложений по внесению соответствующих изменений в разрабатываемые нормативные документы, предназначенные к практическому использованию после окончания действия «регуляторной гильотины».

**Ключевые слова:** радиационная безопасность, медицинская радиология, нормативная документация, необходимость совершенствования, «регуляторная гильотина»

**Для цитирования:** Наркевич Б.Я. Радиационная безопасность в ядерной медицине: сообщение II. Нормативная документация // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2021. Т. 66. № 6. С.18–25.

8DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-6-18-25

**Введение**

Как известно, в соответствии с поручением Президента РФ, Правительству РФ необходимо обеспечить отмену с 1 января 2021 г. всех нормативных правовых актов, устанавливающих требования, соблюдение которых подлежит проверке при осуществлении государственного контроля (надзора), и введение в действие новых норм, содержащих актуализированные требования, разработанные с учетом риск-ориентированного подхода и современного уровня технологического развития в соответствующих сферах (подпункт «б» пункта 3 перечня поручений Президента РФ (№ Пр-294 от 26 февраля 2019 г.) по реализации Послания Президента РФ Федеральному Собранию РФ от 20 февраля 2019 г.).

Основная цель такой «регуляторной гильотины» – создать в сферах регулирования новую систему понятных и четких требований к хозяйствующим субъектам, снять избыточную административную нагрузку на них, снизить риски причинения вреда (ущерба) охраняемым ценностям. В настоящее время работа по реализации «регуляторной гильотины» проводится в соответствии с утвержденной Правительством РФ «дорожной картой» с обязательным привлечением всех заинтересованных сторон – министерств и ведомств РФ, экспертных и научных сообществ. Установленный срок 01 января 2021 г. не выдержан в связи с пандемией коронавируса, но подготовка соответствующих предложений со стороны профессиональных научных сообществ постоянно проводится и остается актуальной.

Особенно это относится к нормативным документам (НД) по ядерной медицине – разделу медицинской радиологии, наиболее развивающемуся в последнее время. Кардинальная переработка этих НД обусловлена целым рядом причин, среди которых наиболее важными являются: разработка принципиально новых радиофармпрепаратов (РФП), прежде всего терапевтических, широкое внедрение в клиническую практику методов гибридной визуализации (ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ и др.), возрастание популяционной дозы медицинского облучения населения России, несоответствие соответствующим международным рекомендациям и нормативам и т.д.

Отметим, что новые НД должны превосходить действующие в настоящее время по следующим критериям:

- Научная обоснованность. Этот критерий должен стоять на первом месте с учетом повышенной радиационной опасности ядерной медицины не только для больших групп населения и персонала, но и значительного числа отдельных лиц из населения, вовлеченных в ядерно-медицинские процедуры, а также для окружающей среды.
- Соответствие вновь разрабатываемых требований и регламентов фундаментальной концепции приемлемого радиационного риска как для пациентов, так и для персонала.
- Техническая, экономическая и социальная приемлемость новых требований и нормативов.
- Технологическая простота выполнения указанных требований и контроля за их исполнением.
- Гармонизация, по мере возможности, отечественных НД с соответствующими международными рекомендациями.

Цель настоящего исследования – анализ современного состояния НД по обеспечению радиационной безопасности (РБ) пациентов, персонала, отдельных лиц из населения и окружающей среды, по оценке вредности условий труда и пенсионного обеспечения персонала отечественных подразделений ядерной медицины, а также разработка, в соответствии с перечисленными критериями, ряда предложений по внесению соответствующих изменений в НД, предназначенные к практическому использованию после окончания действия «регуляторной гильотины».

**Нормативная документация по радиационной безопасности**

В настоящее время повседневная деятельность подразделений ядерной медицины в отечественных клиниках базируется на системе медицинских и технологических требований, сформулированных в целом ряде нормативных актов федерального, межведомственного и ведомственного уровня. Прежде чем переходить к предложениям по совершенствованию НД в области обеспечения радиационной безопасности в ядерной медицине, целесообразно сначала проанализировать состояние тех нормативных актов феде-

рального уровня, на основе которых сформированы НД для ядерной медицины с более низким юридическим статусом.

### **НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010**

Помимо федеральных законов в области атомной энергии и обеспечения санитарно-гигиенического благополучия населения, наиболее важным НД в этой области являются Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [1]. В целом, этот НД выдержал проверку временем, показал свою полезность для его практических пользователей, а его основные положения гармонизированы с соответствующими международными рекомендациями.

Поскольку данный НД должен обновляться один раз в 10 лет, был подписан приказ Роспотребнадзора № 651 от 27.07.2017 о разработке новой версии НРБ-2019 по ответственности «дорожной карте». В соответствии с ней НРБ-2019 должны быть официально утверждены еще 01.07.2019, но в связи с принятием режима «регуляторной гильотины» и с последующей пандемией коронавируса работа была приостановлена. В Санкт-Петербургском НИИ радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева в 2019–2020 гг. был кардинально переработан и дополнен текст проекта НРБ-2019, но не был опубликован для широкого обсуждения. К моменту принятия данной статьи к печати (июль 2021 г.) нормативные документы НРБ-2021 и ОСПОРБ-2021 также не были официально утверждены.

В отечественной литературе можно найти несколько полезных предложений для новой версии НРБ. Наиболее важными для ядерной медицины представляются предложение по введению в НРБ-2019 отдельного раздела по радиационным рискам [2], а также решение РНКРЗ от 13.05.2019 о продлении на 5 лет актуализированных НРБ-99/2009 и о продолжении плановой работы над гармонизированным с международными рекомендациями проектом НРБ [3]. При этом в [3] были утверждены 8 изменений текста НРБ, одно из которых имеет непосредственное отношение к ядерной медицине. Речь идет о таблице 5.1 «Активность радионуклидов в теле взрослого пациента (ГБк) после радионуклидной терапии или брахитерапии с имплантацией закрытых источников и мощность амбиентного эквивалента дозы (мкЗв/ч) на расстоянии 1 м от поверхности тела, при которых разрешается выписка пациента из клиники». Помимо ранее представленных в ней 4 радионуклидов ( $^{125}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{188}\text{Re}$ ) таблица 5.1 была дополнена 5 новыми радионуклидами ( $^{67}\text{Cu}$ ,  $^{117\text{m}}\text{Sn}$ ,  $^{177}\text{Lu}$ ,  $^{223}\text{Ra}$ ,  $^{225}\text{Ac}$ ). Такое расширение будет, безусловно, способствовать развитию новых технологий радионуклидной терапии (РНТ) в отечественных радиологических и онкологических клиниках.

Еще одним важным решением РНКРЗ от 13.05.2019 является планирование одновременности разработки новых версий как НРБ, так и Основных санитарных правил по обеспечению радиационной безопасности (ОСПОРБ). Разумность и своевременность этого решения подтверждается наличием серьезных противоречий между действующими в настоящее время версиями этих НД. Рассмотрим одно из них. Как известно, в настоящее время действует не первоначальная версия ОСПОРБ-99/2010, а версия того же НД, но в редакции 2013 года [4]. В ней из всех пунктов исключено упоминание о Приложении 3 прежней версии ОСПОРБ, где были указаны удельные активности радионуклидов, для которых допускается неограниченное использование радиоактивных материалов. Вместо него была введена таблица, где были регламентированы предельные значения удельной и объемной активностей радионуклидов в отходах для отнесения их к радиоактивным отходам (РАО) (Приложение 5). В то же время в НРБ-99/2009 имеется таблица минимально значи-

мых удельной активности радионуклидов (МЗУА) и активности радионуклидов в помещении или на рабочем месте (МЗА) (Приложение 4). В этих таблицах для  $^{131}\text{I}$  в ОСПОРБ указана величина 0,62 кБк/кг, а в НРБ – величина МЗУА 100 кБк/кг. Конечно, величины МЗУА в НРБ и критерии жидких РАО в ОСПОРБ имеют формально различный смысл. Однако в обоих документах отсутствуют какие-либо внятные рекомендации по практическому применению этих величин в той или иной ситуации. Например, требуется удалить из флакона раствор  $^{131}\text{I}$  с удельной активностью 5 кБк/кг путем непосредственного слива в хозяйственно-бытовую канализацию без предварительного разбавления. В соответствии с НРБ это сделать можно, тогда как в соответствии с ОСПОРБ – нельзя. Отметим, кстати, что так называемый уровень изъятия (аналог МЗУА) в рекомендациях МАГАТЭ [5] для  $^{131}\text{I}$  составляет 10 кБк/кг.

Предлагаются следующие изменения для их внесения в новую версию НРБ.

1. Необходимо включить в текст НРБ глоссарий основных терминов по радиационной безопасности согласно рекомендациям МАГАТЭ [6]. Это позволит избежать разночтений основных понятий во всех федеральных, ведомственных и ведомственных НД.
2. Следует исключить из новой версии НРБ научно не обоснованное подразделение персонала на группы А и Б, отсутствующее как в рекомендациях МКРЗ и МАГАТЭ, так и в законодательстве всех зарубежных стран, за исключением СНГ. Согласно фундаментальной Публикации 103 МКРЗ [7], «Работники медицинских специальностей, работа по которым связана с облучением, относятся к категории лиц, подвергающихся профессиональному облучению», причем безотносительно того, управляет ли работник источником излучения или находится в радиационном поле от него. Здесь же МКРЗ рекомендует использовать классификацию областей работы (зоны контроля и наблюдения), а не классификацию персонала.
3. В соответствии с рекомендациями МКРЗ по снижению предела эквивалентной дозы профессионального облучения хрусталика глаза с 150 до 20 мЗв в год, следует внести такое же изменение в табл. 3.1 НРБ-99/2009.
4. Во всех версиях НРБ (НРБ-76/87, НРБ-99, НРБ-99/2009), таблица 8.9 «Допустимые уровни радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и находящегося в них оборудования, кожных покровов, спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты персонала, част/(см<sup>2</sup>×мин)» содержит нормативы только для альфа- и бета-излучающих радионуклидов. Т.е. по-прежнему игнорируются типичные для радионуклидной диагностики (РНД) ситуации, когда появляются радиоактивные загрязнения «чистыми» гамма-излучающими радионуклидами  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{123}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{113\text{m}}\text{In}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{75}\text{Se}$ . Методика и результаты расчета лучевой нагрузки на кожу при ее загрязнении этими и другими радионуклидами представлены в рекомендациях МАГАТЭ [8], а обоснование ее предельно-допустимого уровня – в работе [9].

### **Ведомственная нормативная документация по радиационной безопасности**

*Радионуклидная диагностика in vivo.* Сначала рассмотрим противоречия ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года с основным НД по РНД *in vivo* (планарная скинтиграфия, ОФЭКТ, ПЭТ), а именно с МУ 2.6.1.1892–04 [10]. Отметим, что 85 – 90 % всех радиодиагностических исследований *in vivo* проводится в амбулаторном режиме. Другая особенность этих исследований – образование сравнительно большого объема низкоактивных жидких РАО в

виде радиоактивной мочи от исследуемых больных. При этом примерно 30 – 40 % от введенной активности РФП пациент выделяет, еще находясь в стенах подразделения РНД, поскольку перед измерениями его всегда посылают помочиться в туалет для больных с целью исключения наложения изображения мочевого пузыря с радиоактивным содержимым на изображения находящиеся в той же области тела других анатомических структур. Но большую часть введенной активности пациент уносит внутри своего тела домой, где постепенно удаляет радиоактивную мочу в городскую хозяйственно-бытовую канализацию.

Описанная ситуация формально противоречит требованиям НД [4], поскольку удельная радиоактивность мочи, испускаемой в туалете для больных, обычно составляет  $(2 - 5) \times 10^5$  кБк/кг, а общий объем подобных жидких РАО в подразделении РНД даже средней мощности (20 – 30 пациентов в день) превышает 300 – 400 л в день (в основном, это РАО с  $^{99m}\text{Tc}$  и  $^{123}\text{I}$ , несколько меньше с  $^{18}\text{F}$  и  $^{68}\text{Ga}$ , реже с  $^{111}\text{In}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{75}\text{Se}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ). В соответствии с п.3.12.10 в [4] такие жидкие РАО относятся к среднеактивным, причем для ряда из них установлены критерии отнесения к ЖРО, в связи с чем формально требуется организовывать сбор этих РАО в системе спецканализации. Далее, практически все диагностические РФП метят радионуклидами, распадающимися с испусканием только  $\gamma$ -излучения без эмиссии  $\beta$ -частиц (за исключением позитронно-излучающих  $^{18}\text{F}$ ,  $^{68}\text{Ga}$ ). К ним относятся, прежде всего,  $^{99m}\text{Tc}$  (до 80 % всех радионуклидных исследований), а также  $^{123}\text{I}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{113m}\text{In}$ ,  $^{199}\text{Tl}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ . Поэтому радиоактивная моча с такими РФП не попадает под действие табл. 3.12.1 в [4], где «чистые»  $\gamma$ -излучающие радионуклиды просто проигнорированы. Иначе говоря, такую  $\gamma$ -радиоактивную мочу в соответствии с [4] формально можно вообще не считать жидкими РАО.

Перечисленные обстоятельства обусловили наличие пункта 3.14.5 в действующих теперь методических указаниях [10], в соответствии с которыми наличие спецканализации в подразделениях РНД *in vivo* не требуется, в том числе и в ПЭТ-центрах, а все жидкие РАО можно спускать непосредственно в хозяйственно-бытовую канализацию. Пока это находится в противоречии с [4], поэтому при разработке новой версии ОСПОРБ придется легализовать данную ситуацию, чтобы учесть многолетнюю установившуюся практику обращения с жидкими РАО в подразделениях РНД *in vivo*, поскольку организовывать централизованный сбор и выдержку на распад радиоактивной мочи от амбулаторных пациентов в этих подразделениях принципиально невозможно.

В методических рекомендациях [10] также целесообразно убрать все пункты, касающиеся ПЭТ, поскольку для этой технологии существует более детально проработанный документ СанПиН 2.6.1.3288–15 [11]. Избыточными в НД [10] являются требования по проведению радиационного контроля объемной активности радиоактивных аэрозолей в воздухе рабочих помещений и удельной активности сливных вод, удаляемых в хозяйственно-бытовую канализацию.

Хотя НД [11] используется для обеспечения РБ при ПЭТ менее продолжительный интервал времени (всего 5 лет), чем остальные нормативные документы по ядерной медицине, у клинических пользователей накопился существенно больший ряд замечаний и предложений по его совершенствованию. Все они были собраны, проанализированы и обобщены сотрудниками Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены им. П.В. Рамзаева Роспотребнадзора (37 предложений). Однако в связи с объявленным режимом «регуляторной гильотины» они пока не были опубликованы и, естественно, официально не утверждены.

Наконец, в методические рекомендации МУ 2.6.1.3151–13 [12] по определению эффективных доз облучения пациентов при РНД-исследованиях целесообразно добавить таблицу с референсными диагностическими уровнями активности вводимых в организм РФП для взрослых пациентов, представленную в рекомендациях МАГАТЭ [13]. Это позволит объективизировать выбор активности различных РФП при РНД-исследованиях как взрослых, так и детей.

**Радионуклидная диагностика *in vitro*.** Как и в РНД *in vivo*, при РНД *in vitro* (радиоиммунный анализ – РИА) также образуются жидкие РАО в виде сливаемой из пробирок несвязанной радиоактивности, доля которой обычно составляет 20 – 40 % от залитой в каждую пробирку активности  $^{125}\text{I}$ . Организация работ в РИА до появления НД [14] базировалась только на Приложении 4 к НРБ-99/2009 [1], где для  $^{125}\text{I}$  была указана МЗА = 1 МБк, с учетом того, что реально на рабочем месте при РИА находится активность не более 200 – 500 кБк  $^{125}\text{I}$ . В НД [14] жидкие РАО предписывается спускать в обычную канализацию с предварительным разбавлением (не менее 1 л воды на 20 пробирок), хотя в [4] запрещается подобное разбавление. В реальности практически во всех отечественных подразделениях РНД *in vitro* жидкие РАО теперь сливают непосредственно в канализацию, учитывая их разбавление на несколько порядков на пути к станции аэрации. Такой подход вполне отвечает элементарному здравому смыслу, особенно в случаях, когда *in vitro* и *in vivo* исследования проводятся в одном и том же подразделении ядерной медицины, где радиоактивная моча от больных (сотни МБк) смешивается в одной и той же системе канализации с жидкими РАО от *in vitro* исследований (всего лишь десятки кБк).

Практически всегда РИА проводится с наборами, где в качестве радиоактивной метки используется радиоизотоп йода  $^{125}\text{I}$ . Как и аналогичные метки в РНД *in vivo*,  $^{125}\text{I}$  также не относится к  $\beta$ -излучающим радионуклидам, поскольку он распадается путем захвата орбитального электрона, после чего возникает только низкоэнергетическое фотонное излучение. То есть опять же РАО с  $^{125}\text{I}$  не попадают под действие табл. 3.12.1 в [4], и формально такие отходы не следует считать жидкими РАО. Таким образом, и в РНД *in vitro* имеет место противоречие между НД [1 и 14] с одной стороны, и НД [4] с другой стороны, и это необходимо учесть при разработке новой версии ОСПОРБ.

**Радионуклидная терапия.** Радионуклиды  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{153}\text{Sm}$  и  $^{188}\text{Re}$  достаточно давно используются в метастазной РНТ для паллиативной терапии костных метастазов. При этом лечение со  $^{89}\text{Sr}$  выполняется в амбулаторном режиме, а с  $^{153}\text{Sm}$  и  $^{188}\text{Re}$  – в режиме дневного стационара. Это означает, что значительная часть радиоактивной мочи выводится в домашних условиях непосредственно в хозяйственно-бытовую канализацию, причем ее удельная активность для всех трех радионуклидов существенно выше, чем это регламентировано в Приложении 5 ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года [4]. Формально данная ситуация в соответствии с [4] требует сбора и хранения в домашних условиях и последующего возвращения всей собранной радиоактивной мочи на станцию очистки жидких РАО в центре РНТ. Вполне очевидно, что перечисленные процедуры не отвечают элементарному здравому смыслу и реализовать их в реальной жизни невозможно.

Однако основное количество процедур РНТ в России и за рубежом производится с  $^{131}\text{I}$  для лечения больных гипертиреозом и дифференцированным раком щитовидной железы. Обычно после перорального введения  $^{131}\text{I}$  пациентов госпитализируют в стационар с пребыванием на за-

Таблица 1

**Отнесение условий труда по классу (подклассу) условий труда при воздействии ионизирующего излучения (в зависимости от значения потенциальной максимальной дозы при работе с источниками излучения в стандартных условиях), мЗв/год**  
**Assignment of working conditions by class (subclass) working conditions when exposed to ionizing radiation (depending on the value of the potential maximum dose when working with radiation sources under standard conditions), mSv/ year**

Максимальная потенциальная доза за год, мЗв/год	Класс (подкласс) условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Эффективная доза	≤5	>5 – 10	>10 – 20	>20 – 50	>50 – 100	>100
Эквивалентная доза в хрусталике глаза	≤37,5	>37,5 – 75	>75 – 150	>150 – 225	>225 – 300	>300
Эквивалентная доза в коже, кистях и стопах	≤125	>125 – 250	>250 – 500	>500 – 750	>750 – 1000	>1000

крытом режиме в «активных» палатах в течение 2 – 4 суток в зависимости от введенной активности и типа заболевания. Образующиеся жидкие РАО из «активных» палат поступают в систему спецканализации в соответствии с СанПиН [15]. Обычно такая система содержит несколько баков-накопителей, где РАО с <sup>131</sup>I выдерживаются с целью снижения удельной радиоактивности до значения, регламентированного в отечественных нормативных документах.

До появления новой версии ОСПОРБ мощность станции спецочистки рассчитывалась исходя из норматива 100 кБк/кг, указанного в НРБ-99/2009 и в прежней версии ОСПОРБ. Однако с принятием НД [4] норматив для <sup>131</sup>I был ужесточен в 161 раз до 0,62 кБк/кг, что не имеет никакого внятного научного обоснования. Для действующих подразделений РНТ это обуславливает необходимость модернизации станций спецочистки путем монтажа новых дополнительных баков, в которых отходы будут находиться на распаде существенно более продолжительное время (до 4 месяцев), чем ранее. При невозможности же такого монтажа (отсутствие финансирования, ограниченность рабочей площади станции) придется снижать поток пролечиваемых больных. Возрастание продолжительности выдержки на распад приведет к неоправданному увеличению дозы профессионального облучения персонала, занятого эксплуатацией станции спецочистки жидких РАО, вследствие более продолжительного времени контакта персонала с системой спецканализации.

Что касается предложений по улучшению НД в РНТ, то в [15] следует добавить положение о возможности приведения курсов РНТ в помещениях подразделений РНД, если используемый РФП предназначен для лечения в амбулаторном режиме. Ввиду очень невысокой удельной активности и большого объема необходимо разрешить слив воды из умывальников и душевых кабин в «активных» палатах не в спецканализацию, а непосредственно в хозяйственно-бытовую канализацию. Целесообразно отдельно указать, что во всех без исключения рабочих помещениях блока радионуклидного обеспечения и блока «активных» палат могут проводиться работы по II классу работ с открытыми радионуклидными источниками. Следует разрешить использование домашней одежды вместо дорогостоящей разовой одежды для больных при госпитализации в стационар, при условии ее передачи в твердые радиоактивные отходы при выписке из стационара. Избыточными в [15] представляются требования о хранении на радиоактивных распад пищевых отходов от больных и о проведении регулярного радиометрического (кроме дозиметрического) контроля персонала.

**Нормативная документация по вредным условиям труда персонала**

Как известно, в соответствии с федеральным законодательством, работники, занятые на каких-либо работах

с радиоактивными веществами, имеют право на социальные гарантии за негативное воздействие ионизирующего излучения на здоровье человека и за дополнительные факторы риска. В полной мере это относится и к персоналу отечественных подразделений ядерной медицины, работающему во вредных условиях труда. Подзаконными актами, прежде всего Трудовым кодексом (ТК) России, для персонала установлены следующие социальные гарантии и льготы [16]:

1. Повышение оплаты труда во вредных условиях (ст. 147 ТК РФ): Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет не менее 4 % тарифной ставки (оклада).
2. Дополнительный отпуск (ст. 117 ТК РФ): Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда. Минимальная продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска работникам составляет 7 календарных дней.
3. Сокращенная продолжительность рабочего дня (ст. 92 ТК РФ): Устанавливается для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда, – не более 36 часов в неделю.
4. Льготная пенсия (Список № 1, раздел XIX Учреждения здравоохранения).
5. Выдача молока (ст. 222 ТК РФ): На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты.

До сравнительно недавнего времени все эти социальные гарантии выполнялись в той или иной степени. Но с принятием Федерального закона о специальной оценке условий труда [17] сам факт вредности условий труда в подразделениях ядерной медицины стал подвергаться ревизии, что медленно отразилось на назначении тех или иных льгот.

После вступления в силу федерального закона [17] был принят подзаконный акт – приказ Минтруда РФ от 24.01.2014 № 33-н, в соответствии с которым была установлена классификация условий труда при воздействии ионизирующих излучений (табл. 1), регламентирована методика специальной оценки условий труда (СОУТ) при таком воздействии, а также в качестве гигиенического критерия для отнесения условий труда к тому или иному классу (подклассу) условий труда предложена мощность потенциальной дозы (МПД) излучения [18].

Прежде всего, следует отметить, что все приведенные выше льготы в Трудовом кодексе РФ [16] относятся именно

к вредным условиям труда. Исходя из этого, по результатам СОУТ во многих подразделениях ядерной медицины эти льготы отменяются для тех работников, у которых условия труда соответствуют допустимому классу работ 2. Такая отмена противозаконна по следующим причинам.

Сначала рассмотрим основную формулировку идентификации условий труда в НД [18]: «64. При работе с источниками ионизирующего излучения вредные условия труда характеризуются наличием (выделено нами) вредных и (или) опасных факторов, не превышающих гигиенические нормативы, отраженных в СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности». Подчеркнем, что речь здесь идет только о наличии фактора профессионального облучения, а совсем не об уровне этого облучения. Отсюда следует, что при работах с источниками ионизирующих излучений вредные условия труда не только могут, но и должны быть установлены также и в допустимом классе условий труда с источниками (класс 2 по приказу [18]).

Далее, в случае необъективного или предвзятого проведения СОУТ необходимо подавать в суд иски, где истцом может быть как коллектив радиологов, так и профсоюзная организация учреждения, а ответчиком – администрация того же учреждения. Теперь ситуация существенно облегчается тем, что уже состоялся подобный иск, по которому суд принял положительное решение о правомерности сохранения льгот. Речь идет об иске сотрудников отделения радиологии к администрации Пензенского областного онкологического диспансера. По результатам СОУТ, проведенной сторонней организацией на договорной основе, администрация диспансера отменила ранее существовавшие льготы для сотрудников отделения радиологии. Решение Октябрьского районного суда г. Пензы, отменившего соответствующий приказ администрации диспансера, было мотивировано тем, что после принятия приказа об отмене льгот условия труда радиологов не улучшились, вследствие чего действующие ранее льготы должны быть сохранены в соответствии с известным принципом «закон обратной силы не имеет». Текст решения суда (дело 2-913/2015 от 27 мая 2015 г.) мы здесь не приводим ввиду его большого объема (17 страниц текста), но его можно получить по официальному запросу в Октябрьский районный суд г. Пензы. Такое решение создало официальный судебный прецедент, на который можно ссылаться при обращении в суд своего города. По сведениям, поступающим в Ассоциацию медицинских физиков России (АМФР), подобные судебные рассмотрения уже состоялись в нескольких крупных городах с положительным исходом для истцов, правда, работающих в основном в подразделениях лучевой терапии.

Как видно из табл. 1, в основе методики классификации условий труда лежит понятие максимальной мощности потенциальной дозы (МПД) за год. МПД в [20] трактуется как «максимальная потенциальная эффективная (эквивалентная) доза излучения, которая может быть получена за календарный год при работе с источниками ионизирующих излучений в стандартных условиях на конкретном рабочем месте». При отсутствии на рабочих местах радиоактивных газов и аэрозолей МПД вычисляется по формуле:

$$\text{МПД} = 1,7 \times \text{H}^{\text{внеш.}}, \quad (1)$$

где МПД – максимальная потенциальная эффективная доза за год, мЗв/год;  $\text{H}^{\text{внеш.}}$  – мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего излучения на рабочем месте, определенная по данным радиационного контроля, мкЗв/ч; 1,7 – коэффициент, учитывающий стандартное время облучения работников в течение календарного года

(1700 часов в год для персонала группы «А») и размерность единиц ( $10^3$  мкЗв/мЗв).

Но для персонала подразделений ядерной медицины определить значения МПД по формуле (1) невозможно, т.к. при проведении даже типовых процедур РНД и РНТ непрерывно изменяются геометрия облучения, спектр воздействующего на работника фотонного излучения и продолжительность профессионального облучения в той или иной рабочей зоне, от того или иного пациента. Сами пациенты, которым введены РФП, представляют собой практически неуправляемые мобильные источники излучения, и в этих условиях само понятие «конкретного рабочего места» становится бессодержательным. Кроме того, в формуле (1) не учитывается вклад в МПД от внешнего облучения кожи от ее возможных радиоактивных загрязнений и от внутреннего облучения организма работника при возможной инкорпорации радионуклидов. Вследствие этого результаты разовых измерений мощности дозы фотонного излучения будут заведомо нерепрезентативными, а формула (1) становится неприемлемой.

Надеяться на изменения подзаконного акта [18] в обозримом будущем не приходится, поскольку никакие ошибки нормотворчества соответствующими органами не признаются и, соответственно, не устраняются до прекращения действия нормативного правового акта в целом.

Классическим примером подобной ситуации может служить эволюция норматива по предельно-допустимой мощности дозы гамма-излучения от тела пациента, выходящего из отделения ядерной медицины. В НРБ-76/87 он вообще был проигнорирован, в НРБ-96 он был установлен как не более 1 мкЗв/ч (!) на расстоянии 0,1 м (!) от тела пациента для всех радионуклидов. В действительности подобная мощность дозы всегда существенно превышает указанный норматив при любом радионуклидном диагностическом исследовании *in vivo*, не говоря уж о РНТ. Если бы этот норматив был бы реально применен на практике, то это привело бы к немедленному закрытию всех подразделений РНД и РНТ по всей России. К счастью, этого не произошло, и этот норматив просто был проигнорирован как проверяющими органами, так и практикующими радиологами. В следующей версии НРБ-99 данный норматив был существенно смягчен, составив 3 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от тела пациента при введении в организм больных лишь терапевтических РФП. Хотя для диагностических РФП ограничения по предельно-допустимой мощности дозы были сняты вообще, для отделений РНТ даже этот смягченный норматив создал непреодолимые трудности, заставляя задерживать больных на закрытом режиме в «активных» палатах на такие сроки, которые были никак не оправданы клиническими показаниями к столь продолжительной госпитализации. И только в НРБ-99/2009 [1] данный норматив был еще больше смягчен до научно обоснованных и приемлемых для практики РНТ значений мощности амбиентного эквивалента дозы по четырем наиболее применяемым радионуклидам. В частности, для курсов РНТ с  $^{131}\text{I}$  предельно-допустимая мощность дозы составила 20 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от тела пациента при его выписке из стационара. Как было отмечено выше, в проекте НРБ-2019 к ним были добавлены еще 5 радионуклидов.

Тем не менее, приведем наши предложения, разработанные приведенного здесь анализа и основанные на многолетнем опыте работы в подразделении ядерной медицины.

1. Наличие вредных условий труда при работах с источниками ионизирующих излучений, в том числе и персонала подразделений ядерной медицины, должно устанавливаться при работе персонала групп А и Б в

- условиях любого уровня профессионального облучения, в том числе и при соблюдении допустимых пределов индивидуальных доз облучения, регламентированных в НРБ-99/2010. В связи с этим в формулировку п. 64 подзаконного акта [18] должны быть внесены соответствующие изменения.
2. Формулу (1) из подзаконного акта [18] следует считать неприменимой для СОУТ в подразделениях ядерной медицины вследствие: 1) отсутствия аттестованной методики измерений величины МПД; 2) невозможности точного и непрерывного контроля геометрии и радиационно-физических характеристик внешнего облучения персонала от пациентов с введенными в организм РФП; 3) невозможности точного учета вклада от радиоактивной загрязненности кожи и от возможной инкорпорации радиоактивности в общий уровень профессионального облучения вследствие отсутствия аттестованных методик измерений; 4) невозможности учета вклада в общую дозу от обращения с твердыми и жидкими РАО, содержащими  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучающие радионуклиды, также вследствие отсутствия аттестованных методик измерений.
  3. С учетом наших предложений по п.1 и 2, установить для всего персонала групп А и Б подразделений РНД и РНТ наличие вредных условий труда по подклассу 3.2 по результатам проведения СОУТ в рабочих помещениях с наиболее высоким уровнем радиации («активные» палаты, генераторная, фасовочная, процедурная, станция спецочистки жидких РАО).

#### Нормативная документация по пенсионному обеспечению

Из всех перечисленных выше социальных льгот для персонала подразделений ядерной медицины наибольшее число затруднений вызывает реализация назначения льготной пенсии. Именно по этому вопросу в АМФР чаще всего обращаются работники этих подразделений, которым территориальные органы Пенсионного фонда России (ПФР) отказывают в назначении пенсии и которым приходится подавать иски в суд. Следует отметить, что по результатам судебного рассмотрения условий труда такие иски, как правило, удовлетворяются. Возникновение подобных ситуаций полностью обусловлено несовершенством соответствующих НД по пенсионному законодательству.

В настоящее время основным НД по назначению льготной пенсии являются Списки № 1 и 2 [19]. В частности, Списком № 1 (раздел XIX, позиция 12300000-17541) право на досрочную пенсию предоставлено «работникам учреждения здравоохранения, постоянно и непосредственно работающим с радиоактивными веществами с активностью на рабочем месте свыше 10 мКи радия-226 или эквивалентного по радиотоксичности количества радиоактивных веществ». Именно эта формулировка не позволяет однозначно решить вопрос о назначении льготной пенсии по следующим причинам: 1) радионуклид  $^{226}\text{Ra}$  в медицине не применяется вообще; 2) ни в одном из действующих НД нет разъяснения понятия «радиотоксичность»; 3) аналогичным образом, нет разъяснения относительно того, по какому физическому фактору следует оценивать эквивалентность по радиотоксичности тех или иных радионуклидов.

АМФР ранее обратилась в Минтруд РФ (письмо АМФР № 13/01-2019 от 23.01.2019) с просьбой предоставить пояснения по данным понятиям в связи с многочисленными обращениями работников подразделений ядерной медицины по этому поводу. Минтруд РФ в своем ответе (письмо 21-1/В-136 от 11.02.2019) предложил оценивать эквивалентность радиотоксичности по величине отношения допустимых концентраций рассматриваемого

радионуклида и  $^{226}\text{Ra}$  в воздухе рабочих помещений. В своем ответе на это заключение АМФР (письмо в Минтруд РФ № 17/01-2019 от 23.02.2019) выразила несогласие с такой трактовкой по следующей причине. Дело в том, что указанная трактовка была основана на мнении Российской академии наук (РАН), изложенном в письмах № 10169-7462.1-116 от 31.12.1995 и № 2-10169-7512/217 от 08.04.1996. Однако анализ этих писем показывает, что в них имеют место следующие грубые ошибки, не позволяющие считать изложенные там рекомендации научно и юридически обоснованными:

- В действовавших на то время нормативных документах НРБ-76/87 и ОСП 72/87, на которые содержится ссылка в указанных письмах РАН, отсутствует не только определение понятия «радиотоксичность радионуклидов», но и даже сам этот термин. Поэтому предложенную в письмах РАН трактовку этого понятия, якобы основанную на указанных документах, нельзя считать юридически корректной, поскольку и по настоящее время в отечественных нормативных документах официальное разъяснение этого понятия отсутствует.
- Предложенная в тех же письмах РАН методика определения эквивалентной по радиотоксичности активности радиоактивных веществ базируется на математической формуле, где эквивалентная по радиотоксичности активность радионуклида вычисляется по отношению значений допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны оцениваемого радионуклида и  $^{226}\text{Ra}$ . Во-первых, такой формулы нет ни в одном из действовавших на то время нормативных документах. Во-вторых, сама эта формула ошибочна, поскольку в ней не соблюдается правило сохранения размерности физических величин, так как указанное отношение является безразмерным, а якобы определяемая по этой формуле активность оцениваемого радионуклида должна иметь размерность, оцениваемую в единицах беккерели или кюри. Поэтому данную формулу с профессиональной точки зрения следует считать не просто ошибочной, а даже неграмотной.

В связи с этим Минтруд РФ направил повторный запрос в РАН (письмо № 21-1/10/В-4904 от 25.06.2019). Был получен ответ из РАН (письмо № 2-10103-7415/906 от 28.08.2019), к которому было приложено заключение Отделения медицинских наук РАН. В результате анализа указанного заключения, проведенного в АМФР, было установлено, что предложенная РАН уже другая трактовка понятия «эквивалентное по радиотоксичности количество радиоактивных веществ» снова является ошибочной с профессиональной точки зрения и неправомерной с юридической точки зрения по следующим причинам:

1. В заключении РАН ошибочно указано, что «В последние годы на национальном и международном уровнях определены критерии радиотоксичности радионуклидов в терминах значений риска радиационно-обусловленной индукции возможных онкологических заболеваний». На самом деле в российских и международных НД и рекомендациях вообще отсутствует официально принятая трактовка понятия «радиотоксичность» и, тем более, определение критерия радиотоксичности, в том числе и в терминах радиационного риска (РР).
2. Была сделана ошибочная ссылка на Публикацию 1578 МАГАТЭ [20], в частности, на Требование 29 этой Публикации. Во-первых, Требование 29 относится к регламентации не профессионального облучения персонала, а техногенного облучения населения. Во-вторых, в Требовании 29 речь идет только об установлении предельных доз такого облучения лишь для населения, а понятие РР там вообще не упоминается.

Таблица 2

**Используемые в ядерной медицине радионуклиды с активностями, эквивалентными  $^{226}\text{Ra}$  по уровню внешнего облучения персонала  
Radionuclides used in nuclear medicine with activities equivalent to  $^{226}\text{Ra}$  in terms of the level of external irradiation of personnel**

Радионуклид, технология применения ИИИ	Активность ИИИ, эквивалентная 10 мКи $^{226}\text{Ra}$ по мощности дозы гамма-излучения (Список № 1), мКи	Активность ИИИ, эквивалентная 0,1 мКи $^{226}\text{Ra}$ по мощности дозы гамма-излучения (Список № 2), мКи	Максимальная активность ИИИ на рабочем месте, мКи	ИИИ с максимальной активностью на рабочем месте
$^{18}\text{F}$ позитронная эмиссионная томография	16	0,16	150	Облученная мишень циклотрона
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ однофотонная эмиссионная компьютерная томография	118	1,18	500	Радионуклидный генератор $^{99\text{m}}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$
$^{131}\text{I}$ радионуклидная терапия рака щитовидной железы	42	0,42	170	Заводская фасовка радиофармпрепарата для радионуклидной терапии

3. Аналогичным образом, точно так же неправомерна ссылка авторов заключения РАН на п.157 Публикации 103 МКРЗ [7], поскольку там речь идет только об области применения величины эффективной дозы облучения, а не об использовании величины РР в качестве критерия радиотоксичности.

4. Авторы заключения РАН указывают: «... необходимо поставить вопрос о соотношении уровней радиотоксичности радия-226 в условиях внешнего и внутреннего облучения ... в терминах величины пожизненного атрибутивного риска...». Тем самым предлагается использовать значения РР в качестве критерия радиотоксичности, но при этом не приводятся никакие конкретные рекомендации по пороговым значениям РР для того, чтобы данный критерий стал количественным и пригодным для формирования однозначной трактовки понятия «эквивалентное по радиотоксичности количество радиоактивных веществ».

5. Кроме того, данное предложение, помимо неконкретности, следует оценить как юридически несостоятельное и научно не обоснованное по следующим причинам: 1) Ни в одном из основных отечественных НД [1, 4] и международных рекомендациях [7, 20] не предлагается оценивать уровень вредного воздействия хронического профессионального облучения персонала по величине РР. 2) В настоящее время нет общепринятой методики расчета РР именно при хроническом облучении. 3) Исходной информацией для расчета РР однократного облучения служат эффективная доза и эквивалентные дозы облучения отдельных органов, а именно эти дозы в НРБ-99/2009 предписывается использовать для оценки опасности профессионального облучения персонала, но не соответствующие значения РР.

Таким образом, обе предложенных РАН трактовки понятия «эквивалентное по радиотоксичности количество радиоактивных веществ» являются ошибочными с профессиональной точки зрения и неправомерными с юридической точки зрения. В связи с этим методика определения эквивалентной по радиотоксичности активности радиоактивных веществ остается нормативно не закрепленной ни в нормативных правовых актах, регулирующих досрочное пенсионное обеспечение, ни в документах, регламентирующих деятельность с радиоактивными веществами.

В связи с этим АМФР подготовила собственное предложение по трактовке указанного понятия. АМФР считает, что эквивалентность радиотоксичности следует оценивать по мощности дозы внешнего гамма-облучения от радиоактивных веществ с максимально возможной ак-

тивностью на рабочем месте сравнительно с мощностью дозы внешнего облучения от 10 мКи  $^{226}\text{Ra}$ . С целью конкретизации значений активности источников ионизирующих излучений (ИИИ) в АМФР были проведены соответствующие расчеты, в соответствии с которыми были получены следующие результаты (табл. 2).

Позиция АМФР была поддержана Санкт-Петербургским НИИ радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева Роспотребнадзора., который направил в РАН ответ на запрос от Отделения ПФР по Москве и Московской обл. № МТ-06/25427 от 08.07.2019. Там указано, что радиотоксичность должна определяться по суммарной эффективной дозе внешнего и внутреннего облучения. Степень эквивалентности при внутреннем облучении должна оцениваться по отношению соответствующих дозовых коэффициентов, а при внешнем облучении – по отношению соответствующих керма-постоянных. В частности, при работах с  $^{18}\text{F}$  в ПЭТ-центрах именно внешнее облучение на 99,9 % определяет дозы профессионального облучения персонала.

Подводя итог рассмотренной здесь переписки, необходимо констатировать, что в обозримое время не следует ждать какой-либо коррекции основного документа по льготному обеспечению – Списков № 1 и 2 [19]. В связи с этим целесообразно через Минтруд РФ и РАН добиться легализации в ПФР разъяснения от АМФР по эквивалентности радиотоксичности для тех радионуклидов, с которыми проводят работы в подразделениях ядерной медицины, после чего соответствующие указания могут быть разосланы в территориальные органы ПФР.

### Заключение

Показано, что дальнейшее развитие отечественной ядерной медицины невозможно без кардинальной переработки действующих в настоящее время нормативных актов в области обеспечения радиационной безопасности в подразделениях радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии. Это относится к нормативным актам как федерального, так и ведомственного уровня. Такая переработка позволит существенно поднять уровень радиационной безопасности пациентов, персонала, отдельных лиц из населения и окружающей среды, гармонизировать нормативную документацию с международными рекомендациями, а также обеспечить социальную справедливость при определении вредных условий труда и назначении льготных пенсий для персонала подразделений ядерной медицины.

## Radiation Safety in Nuclear Medicine: Report II. Normative Documents

B.Ya. Narkevich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Association of Medical Physicists of Russia, Moscow, Russia

<sup>2</sup>N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, Russia

Contact person: Narkevich Boris Yaroslavovich: narvik@yandex.ru

### ABSTRACT

The specifics of improving current regulatory acts on nuclear medicine under the conditions of the "regulatory guillotine" are considered. The current state of regulatory documentation on ensuring the radiation safety of patients, personnel, individuals from the population and the environment, as well as on assessing working conditions and pension provision for personnel of domestic nuclear medicine units, is analyzed. The presence of a large number of provisions that are scientifically unsubstantiated and inconsistent with international recommendations and many years of nuclear medicine practice is shown. A number of proposals have been developed to introduce appropriate amendments to regulatory documents intended for practical use after the end of the "regulatory guillotine".

**Key words:** radiation safety, medical radiology, regulatory documentation, the need for improvement, "regulatory guillotine"

**For citation:** Narkevich B.Ya. Radiation Safety in Nuclear Medicine: Report II. Normative Documents. Medical Radiology and Radiation Safety. 2021;66(6):18-25.

DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-6-18-25

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности НРБ 99/2009. Санитарные правила и нормативы. 2009.
2. Губин А.Т., Сакович В.А. Предложения по включению в НРБ-2019 раздела по радиогенному риску // Радиационная гигиена. 2019. Т.12, № 1. С. 122-128.
3. Заключение Российской научной комиссии по радиологической защите по результатам заседания 13 мая 2019 г. // Радиация и риск. 2019. Т.28, № 2. С. 5-7.
4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010. СП 2.6.1.2612–10. В ред. изменений № 1, утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 16.09.2013 № 43.
5. Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance: Safety Guide // Safety Standards Series. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2004. ISSN 1020-525X; no. RS-G-1.7. STI/PUB/1202.
6. Терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты: Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности. Вена: МАГАТЭ, 2007. STI/PUB/1290.
7. Рекомендации 2007 года Международной комиссии по радиационной защите. Публикация 103 МКРЗ. Пер. с англ. М.: Изд. ООО ПКФ «Алана». 2009. 344 с.
8. Опасные количества радиоактивного материала (D-величины). EPR-D-VALUES 2006. Аварийная готовность и реагирование. Вена: МАГАТЭ, 2010.
9. Наркевич Б.Я., Малаева Н.С., Зиновьева Н.П. Радиоактивная загрязненность рабочих поверхностей «чистыми» гамма-излучателями: Концепция и технология нормирования // Медицинская физика. 2000. № 8. С. 40-47.
10. МУ 2.6.1.1892–04. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов.
11. СанПиН 2.6.1.3288–15. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии.
12. МУ 2.6.1.3151–13. Оценка и учет эффективных доз у пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований: Методические указания. М.: 2014.
13. Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine. Jointly Sponsored by the International Atomic Energy Agency, et al // Safety Reports Series. Vienna: IAEA, 2005. ISSN 1020-6450 ; no. 40. STI/PUB/1207.
14. МУ 2.6.1.2808–10. Обеспечение радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики методами радиоиммунного анализа *in vitro*.
15. СанПиН 2.6.1.2368–08. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников.
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ. Ред. от 31.12.2014.
17. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон РФ от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ.
18. Методика проведения специальной оценки условий труда. Приложение № 1 к приказу Минтруда РФ от 24.01.2014 № 33н.
19. Списки № 1 и № 2 и другие списки производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на льготное пенсионное обеспечение и пенсию за выслугу лет. М.: Минтруд РФ. 1999.
20. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Вена: МАГАТЭ, 2015. GSR Part 3. STI/PUB/1578

### REFERENCES

1. SanPiN 2.6.1.2523-09. Radiation Safety Standards NRB-99/2009. Sanitary Rules and Regulations. 2009 (In Russian.).
2. Gubin A.T., Sakovich V.A. Proposals for Inclusion in the NRB-2019 of the section on radiogenic risk. Radiation Hygiene. 2019;12;1:122-128. (In Russian.).
3. Conclusion of the Russian Scientific Commission on Radiological Protection Based on the Results of the Meeting on May 13, 2019. Radiation and Risk. 2019;28;2:5-7. (In Russian.).
4. Basic Sanitary Rules for Ensuring Radiation Safety OSPORB-99/2010. SP 2.6.1.2612-10. As amended by No. 1, approved by the Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 43 of September 16, 2013 (In Russian.).
5. Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance. Safety Guide. Safety Standards Series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 2004. ISSN 1020-525X; no. RS-G-1.7. STI/PUB/1202.
6. IAEA Safety Glossary. Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection. Vienna, IAEA, 2007. STI/PUB 1290. (In Russian.).
7. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103 ICRP. Moscow, Alana Publ., 2007;37:2-4 (In Russian.).
8. Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values). EPR-D-Values 2006. Vienna, IAEA, 2006 (In Russ.).
9. Narkevich B.Ya., Malaeva N.S., Zinoviyeva N.P. Radioactive Contamination Surfaces with "clean" Gamma Emitters: Concept and Standardization Technology. Medical Physics 2000;8:40-47. (In Russian.).
10. MU 2.6.1.1892-04. Hygienic Requirements for Ensuring Radiation Safety During Radionuclide Diagnostics Using Radiopharmaceuticals. (In Russian.).
11. SanPiN 2.6.1.3288-15. Hygienic Requirements for Ensuring Radiation Safety in the Preparation and Conduct of Positron Emission Tomography (In Russian.).
12. MU 2.6.1.3151-13. Evaluation and Accounting of Effective Doses in Patients During Radionuclide Diagnostic Studies. Guidelines. Moscow Publ., 2014 (In Russian.).
13. Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine. Jointly Sponsored by the International Atomic Energy Agency, et al. Safety Reports Series. Vienna: IAEA, 2005. ISSN 1020-6450 ; no. 40. STI/PUB/1207.
14. MU 2.6.1.2808-10. Ensuring Radiation Safety During Radionuclide Diagnostics Using *In Vitro* Radioimmunoassay Methods (In Russian.).
15. SanPiN 2.6.1.2368-08. Hygienic Requirements for Ensuring Radiation Safety During Radiation Therapy Using Open Radionuclide Sources. (In Russian.).
16. The Labor Code of the Russian Federation dated December 30, 2001 No. 197-FZ. As Amended on December 31, 2014 (In Russian.).
17. On a Special Assessment of Working Conditions. Federal Law of the Russian Federation of December 28, 2013 No. 426-FZ. (In Russian.).
18. Methodology for Conducting a Special Assessment of Working Conditions. Appendix No. 1 to the Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 01.24.2014 No. 33n. (In Russian.).
19. Lists No. 1 and No. 2 and Other Lists of Productions, Works, Professions, Positions and Indicators, Giving the Right to Preferential Pension Provision and Long Service Pension. Moscow Publ., 1999. (In Russian.).
20. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna, IAEA, 2014. IAEA Safety Standards Series. ISSN 1020-525X; no. GSR Part 3. STI/PUB/1578. (In Russian.).

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена одним автором.

**Поступила:** 17.07.2021. Принята к публикации: 05.09.2021.

**Conflict of interest.** The author declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** The article was prepared by one author.

**Article received:** 17.07.2021. Accepted for publication: 05.09.2021