

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Б. Я. Наркевич^{1, 2}

¹ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России, Москва

²ОСОО «Ассоциация медицинских физиков России», Москва

Статья поступила в редакцию 02 ноября 2021 г.

Проанализированы технологии обращения с твердыми и жидкими радиоактивными отходами в подразделениях радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии отечественных медицинских организаций. Рассмотрено соответствие сложившейся практики требованиям нормативной документации Роспотребнадзора и рекомендациям МКРЗ и МАГАТЭ. Показано наличие ряда положений, научно не обоснованных и не отвечающих международным рекомендациям и многолетней практике российской и мировой ядерной медицины. Подготовлен ряд предложений по внесению необходимых изменений в разрабатываемые нормативные документы, предназначенные для практического использования после «регуляторной гильотины».

Ключевые слова: радиационная безопасность, ядерная медицина, радиоактивные отходы, нормативная документация, «регуляторная гильотина».

Введение

Источники ионизирующих излучений широко используются в современной медицине. Научные исследования и клиническая практика их применения объединяются в рамках такой высокотехнологичной дисциплины, как медицинская радиология, состоящей, в свою очередь, из лучевой диагностики, лучевой терапии и ядерной медицины. В лучевой диагностике используются как генерирующие источники ионизирующего излучения (рентгенодиагностические аппараты различных типов), так и аппараты неионизирующих излучений (ультразвуковые исследования, магнитно-резонансная томография, лазерная медицина). В лучевой терапии генерирующие источники ионизирующего излучения (линейные ускорители электронов, протонные и ионные ускорители) повсеместно вытесняют

гамма-терапевтические аппараты с закрытыми радионуклидными источниками. При этом как в лучевой диагностике, так и в лучевой терапии отсутствуют технологии, связанные с образованием радиоактивных отходов (РАО).

Обратная ситуация имеет место в ядерной медицине, где все технологии основаны на использовании открытых радионуклидных источников. Основной ее раздел — радионуклидная диагностика (РНД) *in vivo*. Она представляет собой определение наличия, характера, степени тяжести и распространенности патологического процесса в организме пациента, выявление рецидива заболевания и оценку эффективности лечения на основе визуализации пространственно-временного распределения введенного в организм пациента диагностического радиофармпрепарата

(РФП) методами планарной сцинтиграфии, одноквантовой эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) и позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ).

Другой раздел ядерной медицины — РНД *in vitro*, основанная на определении различных гормонов, ферментов, опухолевых маркеров и других биологических соединений в пробах венозной крови пациентов путем конкурентного связывания искомым стабильных и аналогичных им радиоактивных веществ со специфическими системами в этих пробах.

Наиболее быстрыми темпами развивается третий раздел ядерной медицины — радионуклидная терапия (РНТ), представляющая собой радикальное или паллиативное лечение онкологических, эндокринологических и других заболеваний путем введения в организм пациентов терапевтических РФП, активность которых существенно выше, чем при радиодиагностических исследованиях *in vivo*. Поскольку пациенты, проходящие РНТ с некоторыми β - γ -излучающими РФП, представляют определенную радиационную опасность для персонала и населения, они госпитализируются в закрытом режиме на несколько суток в «активные» палаты подразделений РНТ.

При штатной работе и тем более при радиационных авариях все три направления ядерной медицины связаны с возникновением, сбором, хранением и удалением твердых (ТРО) и жидких (ЖРО) радиоактивных отходов (РАО).

В настоящее время обращение с РАО в подразделениях ядерной медицины регламентируется целым рядом нормативных документов. Прежде всего к ним относятся НРБ-99/2009 [1] и ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года [2], имеющие наибольший юридический статус, а также СПОРО-2002, в которых представлены общие правила обращения с РАО [3]. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности, в том числе и по обращению с ТРО и ЖРО в подразделениях ядерной медицины, конкретизированы в следующих документах с меньшим юридическим статусом:

- РНД *in vivo* в целом — МУ 2.6.1.1892-04 [4];
- позитронная эмиссионная томография (ПЭТ), одна из наиболее важных технологий РНД *in vivo*, — СанПиН 2.6.1.3288-15 [5];
- РНД *in vitro* — МУ 2.6.1.2808-10 [6];
- РНТ — СанПиН 2.6.1.2368-08 [7].

В плане выполнения решения Правительства РФ по «регуляторной гильотине» все перечисленные документы [1]–[7] после переработки были объединены в общие санитарно-эпидемиологические требования в области

радиационной безопасности в целом, и данный документ был представлен в Интернете для обсуждения [8]. При этом в перечне отменяемых нормативных документов были указаны только НРБ-99/2009 [1], ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года [2] и СПОРО-2002 [3], а также СанПиНы [5] и [7], тогда как методические указания [4] и [6] в этом списке были проигнорированы. Однако в октябре 2021 г. этот проект был существенно сокращен и представлен только в профильные ведомства в виде письма Роспотребнадзора [9], пока отсутствующего в Интернете. Поскольку проекты [8], [9] официально еще не утверждены, дальнейшее рассмотрение будет затрагивать только действующие в настоящее время нормативные документы [1]–[7].

Что касается международных рекомендаций по обращению с РАО, в том числе и в ядерной медицине, то здесь наиболее важными представляются публикации МКРЗ (Международная комиссия по радиационной защите) [10], [11]. Среди более чем 30 публикаций МАГАТЭ, имеющих прямое или косвенное отношение к проблеме обращения с РАО вообще и в медицине в частности, следует выделить публикации [12]–[14] и Технические доклады [15]–[17].

Целью настоящей работы являются анализ отечественной нормативной документации по обращению с РАО в ядерной медицине и сопоставление существующих требований с международными рекомендациями и сложившейся многолетней клинической практикой отечественной и мировой ядерной медицины, а также разработка предложений по совершенствованию нормативной документации в условиях «регуляторной гильотины» и после ее завершения.

Обращение с твердыми радиоактивными отходами

Не останавливаясь на технологиях сбора, хранения и удаления приведенных здесь многочисленных ТРО, требования к которым хорошо проработаны и подробно регламентированы в документах [1]–[7], следует отметить научную обоснованность и удобство их практического применения для клинических пользователей. Можно только отметить, что наибольшее затруднение при обращении с ТРО вызывает их сравнительно большой объем, прежде всего в подразделениях РНТ, где для их выдержки на распад требуется хранилище значительной площади, особенно при интенсивных потоках больных, проходящих курсы РНТ в режиме госпитализации.

В плане формирования предложений по улучшению обращения с ТРО в подразделениях ядерной медицины следует отметить, что в проектах [8], [9], в отличие от действующих теперь документов [2], [4], [7], вообще отсутствует раздел по обращению с РАО, а имеется только отсылка к постановлению Правительства РФ № 1069 от 19.10.2012, в котором указаны критерии отнесения отходов к РАО для ряда радионуклидов [18]. При этом перечень их не полон: в частности, там не упоминаются такие радионуклиды, которые имеют место в ТРО подразделений РНД *in vivo* и ПЭТ (^{44}Sc , ^{67}Ga , ^{68}Ga , ^{89}Zr , ^{124}I), а также РНТ (^{67}Cu , ^{169}Yb , $^{117\text{m}}\text{Sn}$, ^{149}Tb , ^{213}Bi , ^{225}Ac). Данная ситуация может вызвать серьезные затруднения при обращении с указанными ТРО, особенно в подразделениях РНТ, где РФП с α -излучающими радионуклидами ^{149}Tb , ^{213}Bi , ^{225}Ac уже начали использовать.

Обращение с жидкими радиоактивными отходами

Радионуклидная диагностика *in vivo*. Сначала следует отметить, что с формальной точки зрения в подразделениях РНД *in vivo* при штатной работе какие-либо ЖРО не возникают, в связи с чем о них в МУ 2.6.1.1892-04 [4] даже не упоминается. Исключение составляют аварийные ситуации, связанные с проливанием радиоактивных растворов, а также периодически проводимые процедуры контроля качества гамма-камер с жидкостными фантомами. В этих случаях собранный в контейнер использованный радиоактивный раствор помещают в хранилище РАО для выдержки на распад с последующим его удалением в хозяйственно-бытовую канализацию.

Тем не менее ЖРО все же возникают и при штатной работе подразделений РНД *in vivo*, поскольку пациенты с введенными в организм РФП сами по себе становятся их источниками. Прежде всего отметим, что 90—95 % всех радиодиагностических исследований *in vivo* проводится в амбулаторном режиме, то есть без госпитализации пациентов в стационар. Другая особенность этих исследований — образование сравнительно большого объема низкоактивных ЖРО 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, чтобы исключить наложение скинтиграфического изображения мочевого пузыря с радиоактивным содержимым

на изображения находящихся в той же области тела других анатомических структур. Однако большую часть введенной активности пациент уносит внутри своего тела домой, где постепенно удаляет радиоактивную мочу в городскую хозяйственно-бытовую канализацию.

Данная ситуация обуславливает возникновение противоречий между ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года [2] и основным нормативным документом по РНД *in vivo*, а именно с МУ 2.6.1.1892-04 [4]. Дело в том, что удельная радиоактивность мочи, испускаемой в туалете для больных, обычно составляет $(2-5) \cdot 10^5$ Бк/кг, а общий объем подобных ЖРО в подразделении РНД даже средней мощности (20—30 пациентов в день) превышает 300—400 л в день (в основном это ЖРО с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ и ^{123}I , несколько меньше — с ^{18}F и ^{68}Ga , реже с ^{111}In , ^{67}Ga , ^{75}Se , ^{131}I , ^{201}Tl). В соответствии с п. 3.12.10 в [2] такие ЖРО относятся к среднеактивным, причем для ряда из них в [18] установлены конкретные числовые критерии отнесения к ЖРО, в связи с чем формально требуется организовывать их сбор через систему спецканализации с последующей выдержкой на распад.

Однако в отечественных подразделениях РНД этого никто не делает по следующим двум причинам: 1) наибольшая доля введенной активности поступает в городскую хозяйственно-бытовую канализацию не от медицинского учреждения, а из коммунальной сети той же системы канализации от амбулаторных пациентов, находящихся у себя дома после радионуклидного исследования; 2) активность в составе сточных вод из обоих мест своего поступления подвергается сильнейшему разбавлению на своем пути по стокам и коллекторам до городской станции аэрации, особенно в городах-миллионниках. Обе эти причины приводят к тому, что сбор радиоактивной мочи теряет всякий смысл не только в домашних условиях каждого пациента, но и в клинике, где он проходил радионуклидное исследование.

Есть и еще одно обстоятельство, способствующее сохранению статус-кво с отсутствием сбора радиоактивной мочи как в клиниках, так и дома. Практически все диагностические РФП метят радионуклидами, распадающимися с испусканием только γ -излучения, без эмиссии β -частиц, (за исключением позитронно-излучающих ^{18}F , ^{68}Ga , ^{89}Zr , ^{124}I). К ним относятся прежде всего $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (до 80 % всех радионуклидных исследований), а также ^{123}I , ^{67}Ga , ^{111}In , $^{113\text{m}}\text{In}$, ^{199}Tl , ^{201}Tl , поэтому радиоактивная моча с такими РФП автоматически не попадает под действие табл. 3.12.1 из [2], в которой «чистые» γ -излучающие радионуклиды

просто проигнорированы. Иначе говоря, такую γ -радиоактивную мочу в соответствии с [2] формально можно вообще не считать жидкими РАО.

Перечисленные обстоятельства обусловили наличие п. 3.14.5 в действующих теперь методических указаниях МУ 2.6.1.1892-04 [4], в соответствии с которыми наличие спецканализации в подразделениях РНД *in vivo* не требуется, а все ЖРО можно спускать непосредственно в хозяйственно-бытовую канализацию. То же самое указывается и в п. 3.4.10 нормативного документа СанПиН 2.6.1.3288-15 [5] для ПЭТ-центров.

По-видимому, совокупность всех перечисленных здесь причин обуславливает факт умолчания в документах [2], [4] о ситуации с ЖРО в отечественной радионуклидной диагностике *in vivo*. Данное обстоятельство весьма удобно для действующих подразделений РНД, т. к. не вынуждает их идти на неоправданные экономические затраты по созданию и эксплуатации систем спецканализации, которые реально не повысили бы уровень радиационной безопасности для пациентов, персонала, населения и окружающей среды.

Таким образом, конкретные указания по обращению с ЖРО в нормативных документах [4], [5] находятся в формальном противоречии с [2], поэтому при разработке новой версии ОСПОРБ после «регуляторной гильотины» необходимо легализовать данную ситуацию, чтобы учесть многолетнюю установившуюся практику обращения с ЖРО в подразделениях РНД *in vivo* и ПЭТ-центрах, поскольку организовывать через спецканализацию централизованный сбор и выдержку на распад радиоактивной мочи от пациентов в этих подразделениях и тем более вне них, то есть в домашних условиях, принципиально невозможно.

В методических рекомендациях [4] также целесообразно убрать все пункты, касающиеся ПЭТ, поскольку для этой технологии существует более детально проработанный документ СанПиН 2.6.1.3288-15 [5]. Избыточными в [4] являются требования по проведению радиационного контроля объемной активности радиоактивных аэрозолей в воздухе рабочих помещений и удельной активности сливных вод, удаляемых в хозяйственно-бытовую канализацию, поскольку в соответствии с п. 3.14.5 в том же документе [4] эти воды уже признаны отвечающими требованию радиационной безопасности. Также избыточными в [5] представляются требования по сбору и кратковременному хранению (1 сутки) технологических растворов, использованных для дезинфекции и дезактивации «горячих» боксов в ПЭТ-центре, которые

могут быть удалены в хозяйственно-бытовую канализацию сразу после образования, без выдержки на распад.

Радионуклидная диагностика *in vitro*. Как и в РНД *in vivo*, при РНД *in vitro* (радиоиммунный анализ — РИА) также образуются ЖРО в виде сливаемой из пробирок несвязанной радиоактивности, доля которой обычно составляет 20–40% от залитой в каждую пробирку активности ^{125}I . Организация работ в рамках РИА до появления методических указаний [6] базировалась только на Приложении 4 к НРБ-99/2009 [1], в котором для ^{125}I была указана МЗА = 1 МБк с учетом того, что реально на рабочем месте при РИА находится активность не более 200–500 кБк ^{125}I . В нормативном документе [6] ЖРО предписывается спускать в обычную канализацию с предварительным разбавлением (не менее 1 л воды на 20 пробирок), тогда как в [2], [3] подобное запрещается. И хотя в п. 7.5 говорится не о разбавляющей воде, а о дезинфицирующей жидкости, сути дела это не меняет.

Однако в реальности практически во всех отечественных подразделениях РНД *in vitro* ЖРО 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 тех 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 ЖРО от *in vitro* исследований (всего лишь десятки кБк).

Далее, практически всегда РИА проводится с наборами, где в качестве радиоактивной метки используется радиоизотоп йода ^{125}I . Как и аналогичные метки в РНД *in vivo*, ^{125}I также не относится к β -излучающим радионуклидам, поскольку он распадается путем захвата орбитального электрона, после чего возникает только низкоэнергетическое характеристическое и γ -излучение, то есть опять же ЖРО с ^{125}I не попадают под действие табл. 3.12.1 в [2] и формально такие отходы не следует идентифицировать как ЖРО. Таким образом, и в РНД *in vitro* также имеет место противоречие между нормативными документами [1], [6] с одной стороны и [2], [3] — с другой стороны, и это необходимо учесть при разработке новой версии ОСПОРБ.

Если же считать отходы с ^{125}I жидкими РАО, то документ [6] формально противоречит требованиям как [2], так и [19], поскольку в обеих версиях ОСПОРБ указано, что запрещается разбавление жидких РАО с целью снижения их

активности (см. пункт 3.12.17). Кроме того, в [2] ликвидирована ссылка на Приложение 3 документа [19], тогда как методические указания [6] базируются именно на этой ссылке.

Учитывая общее состояние неопределенности с [6] и более низкий юридический статус методических указаний [6] по сравнению с [2], следует сделать вывод о негативном влиянии ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года на ситуацию с правомерностью проведения процедур РИА по установившейся в течение многих лет технологии. К сожалению, в проектах [8], [9] данная спорная ситуация проигнорирована, поскольку там вообще не упоминается о существовании РНД *in vitro*.

Радионуклидная терапия. Радионуклиды ^{89}Sr , ^{153}Sm и ^{188}Re достаточно давно используются в отечественной РНТ для паллиативной терапии костных метастазов. Сравнительно недавно для той же цели стали применять и α -излучающий РФП на основе ^{223}Ra . При этом лечение со ^{89}Sr выполняется в амбулаторном режиме, поскольку он является «чистым» β -излучающим радионуклидом, а с β - γ -излучающими радионуклидами ^{153}Sm , ^{188}Re и ^{223}Ra — в режиме дневного стационара. Единственным видом ЖРО при использовании этих радионуклидов для РНТ является радиоактивная моча от больных. При этом она характеризуется существенно более высокими значениями удельной радиоактивности, чем это регламентируется в Приложении 5 документа [2]. Тем не менее нет никаких ограничений и практических рекомендаций по сбору радиоактивной мочи от больных, проходящих в амбулаторном режиме курсы РНТ с этими радионуклидами, хотя формально данная ситуация, в соответствии с [2], требует ее сбора, хранения в домашних условиях и последующего удаления на станцию очистки ЖРО в центре РНТ. Вполне очевидно, что перечисленные процедуры осуществить в реальной жизни невозможно. Кроме того, в соответствии с п. 5.15 СПОРО-2002 [3] для ЖРО с α -излучающими радионуклидами, в том числе с α - β - γ -излучающим радионуклидом ^{223}Ra , требуется обеспечить сбор и хранение отдельно от β -излучающих ЖРО. Вполне очевидно, что перечисленные процедуры не отвечают элементарному здравому смыслу и проводить их в реальной жизни невозможно.

Однако основное количество процедур РНТ в России и за рубежом производится с радионуклидом ^{131}I для лечения больных гипертиреозом (300—800 МБк) и дифференцированным раком щитовидной железы (3—7 ГБк). Обычно после перорального введения ^{131}I пациентов госпитализируют в стационар с пребыванием на

закрытом режиме в «активных» палатах в течение 2—4 суток в зависимости от введенной активности и типа заболевания.

В соответствии с СанПиН 2.6.1.2368-08 [7] при отсутствии радиационных аварий и соблюдении технологий работы с открытыми радионуклидными источниками в отделении РНТ к средне-активным ЖРО относятся:

- неиспользованные остатки радиоактивных растворов из флаконов, мензурок и фасовок РФП;
- сливные воды из унитаза в туалете для амбулаторных больных;
- сливные воды из унитазов, раковин и душевых установок (при их наличии) в санузлах «активных» палат;
- сливные и сточные воды из санпропускников для больных;
- сливные и сточные воды из фасовочной, генераторной и моечной.

Образующиеся ЖРО из «активных» палат поступают в систему спецканализации в соответствии с СанПиН [7]. Обычно такая система содержит несколько баков-накопителей, где ЖРО с ^{131}I выдерживаются с целью снижения удельной радиоактивности до значения, регламентированного в отечественных нормативных документах.

До появления ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года [2] мощность станции спецочистки в каждом подразделении РНТ рассчитывалась исходя из норматива 100 кБк/кг, указанного в НРБ-99/2009 [1] и в прежней версии ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2010 года [19]. Однако с принятием документа ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года [2] норматив для ЖРО с ^{131}I неожиданно был ужесточен в 161 раз до 0,62 кБк/кг, что не имеет никакого внятного научного обоснования с радиационно-гигиенической и радиоэкологической точек зрения. Данный переход не обсуждался широкой научной общественностью. В статье [20], описывающей историю принятия этого решения, указывается, что Роспотребнадзор и ФМБА России настаивали на сохранении в [2] критериев отнесения отходов к радиоактивным, установленных в [19], но Минприроды России, Госкорпорация «Росатом», Ростехнадзор и ИБРАЭ РАН потребовали вернуть критерии отнесения жидких отходов к радиоактивным, установленные в прежней версии ОСПОРБ-99 [21], т. е. к 10 уровням вмешательства по питьевой воде. К сожалению, возобладала консервативная точка зрения, в результате чего и появились нормативные документы [2], [3]. Однако, как уже указывалось выше, в отечественной литературе отсутствуют какие-либо

разумные обоснования принятого решения об ужесточении нормативов для ЖРО как вообще в радиоэкологии, так и в ядерной медицине в частности, в связи с чем их следует считать научно необоснованными. В работе [20] из Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены им. проф. П. В. Рамзаева Роспотребнадзора также отмечается, что «введение волонтеристского определения жидких радиоактивных отходов следует признать неоправданным», с чем следует безоговорочно согласиться.

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) приходится снижать поток пролечиваемых больных. Кроме того, возрастание продолжительности выдержки на распад приведет к неоправданному увеличению дозы профессионального облучения персонала, занятого эксплуатацией станции спецочистки ЖРО, вследствие более продолжительного времени контакта персонала с системой спецканализации.

Таким образом, решение об ужесточении нормативов для ЖРО в [2], [3] ведет к совершенно неоправданным экономическим затратам и (или) к снижению пропускной способности отделений РНТ без какого-либо повышения уровня радиационной безопасности для населения и окружающей среды, но с неизбежным снижением того же уровня для персонала.

Что касается предложений по улучшению нормативной документации по РНТ, то в новой версии СанПиН [7] следует добавить положение о возможности проведения курсов РНТ в помещениях подразделений РНД *in vivo*, 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 помещениях блоков радионуклидного обеспечения и «активных» палат могут проводиться работы по II классу с открытыми радионуклидными источниками. Следует разрешить использование домашней одежды вместо дорогостоящей разовой для больных при госпитализации в стационар, при условии ее передачи в ТРО при выписке из

стационара. Избыточными в [7] представляются требования о хранении до распада радиоактивных пищевых отходов от больных и о проведении регулярного радиометрического (кроме дозиметрического) контроля персонала.

ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года, другие нормативные документы и международные рекомендации

В отличие от ранее существовавших версий ОСПОРБ, в [2] не указывается, какие именно другие нормативные документы подлежат коррекции или даже отмене в связи с новыми требованиями для ЖРО. Единственным исключением стали «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)», куда в соответствии с [2] были внесены изменения № 2 [3].

Проведенный выше анализ уже показал наличие противоречий требований [2] пока действующим нормативным документам [4] — [7], но, что еще более удивительно, они не соответствуют и НРБ-99/2009 [1], т. е. документу с наиболее высоким юридическим статусом. В частности, для ^{131}I в НРБ-99/2009 указан норматив по минимально значимой активности (МЗУА), равный 100 кБк/кг. Конечно, величины МЗУА в НРБ и критерии ЖРО в [2], [18] имеют принципиально различный смысл и разные области практического применения. Однако в обоих документах отсутствуют какие-либо внятные рекомендации по практическому применению этих величин в той или иной ситуации. Об устранении указанного противоречия авторы ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года никак не позаботились.

В публикациях МКРЗ [10] и докладах МАГАТЭ [12] — [15] представлены общие принципы и рекомендации по обращению с РАО, в том числе и с ТРО и ЖРО в медицине, которые вполне гармонизированы с отечественными нормативными документами [1], [4] — [7].

Что касается соответствия требований документов [2], [3] международным рекомендациям, то и здесь имеются противоречия. В частности, в Публикации 1202 МАГАТЭ [12] для удельной активности ^{131}I указан норматив изъятия или освобождения от контроля, составляющий 10 кБк/кг, в отличие от норматива 0,62 кБк/кг в действующей теперь версии ОСПОРБ-99/2010. В более поздней Публикации 1578 МАГАТЭ [14] тот же норматив был смягчен уже до 100 кБк/кг, что формально совпадает с нормативом для МЗУА в НРБ-99/2009 [1]. Далее, в Публикации 1207 МАГАТЭ [13] указывается, что отходы,

возникающие при РНД *in vitro*, вообще не следует считать радиоактивными, сбор радиоактивной мочи в подразделениях РНД *in vivo* нецелесообразен, а также что при РНТ вполне возможно прибегать к разведению ЖРО перед их сбросом в хозяйственно-бытовую канализацию.

Особый интерес представляет собой Публикация 94 МКРЗ [11], в которой указывается, что возведение станций спецочистки ЖРО в подразделениях РНТ нецелесообразно, т. к. они требуют больших затрат на строительство и эксплуатацию (до 80% от общей стоимости радиологического корпуса) и не обеспечивают повышения уровня радиационной безопасности ни для персонала, ни для населения, ни для окружающей среды, не соответствуя известному принципу ALARA. Разведение сбрасываемых ЖРО на несколько порядков в хозяйственно-бытовой канализации обеспечивает эффективные дозы профессионального облучения работников городских станций аэрации всего лишь 40–240 мкЗв/год, причем большую часть этой дозы обуславливают ЖРО не с ^{131}I от РНТ, а с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ в радиоактивной моче амбулаторных пациентов, проходящих РНД *in vivo*. Та же самая точка зрения подтверждена и в Технических документах 1183 и 1608 МАГАТЭ [16], [17], в которых снова указывается как на целесообразность разведения ЖРО из подразделений РНТ, так и на возможность прямого сброса в хозяйственно-бытовую канализацию тех же ЖРО без предварительного разбавления при наличии развитой городской инфраструктуры водоотведения.

Это означает, что МКРЗ и МАГАТЭ не только не видят необходимости в каком-либо ужесточении рекомендаций по сбросу отходов с ^{131}I в общую канализацию, но и вообще придерживаются мнения о разумности и допустимости подобного сброса без какой-либо выдержки медицинских ЖРО на распад. В соответствии с основными принципами деятельности МКРЗ и МАГАТЭ указанные рекомендации жестко не навязываются, и вопрос о целесообразности выдержки на распад ЖРО в подразделениях РНТ предлагается решать согласно национальному законодательству по радиационной безопасности. Тем не менее, в настоящее время в странах Северной Америки, Западной Европы, Австралии и Японии постепенно происходит процесс выведения из эксплуатации станций спецочистки ЖРО в подразделениях ядерной медицины, особенно в крупных городах, вследствие их неэффективности в обеспечении радиационной безопасности и экономической нецелесообразности их дальнейшего функционирования.

Выводы

1. Наличие кардинальных противоречий в действующих теперь ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года с целым рядом отечественных нормативных документов и международных рекомендаций показывает слабую профессиональную проработку требований этого документа, а совершенно нелепый по величине разрыв между старыми и новыми нормативами (более 160 раз для ^{131}I и до 200 раз для других радионуклидов) наводит на мысль о конъюнктурном, а не научном характере принятых изменений.

2. Особенно выражено негативное влияние ОСПОРБ-99/2010 в редакции 2013 года на работу подразделений радионуклидной терапии, вынужденных прибегать к неоправданным экономическим затратам без повышения уровня радиационной безопасности для пациентов, населения и окружающей среды при одновременном реальном снижении данного уровня для персонала этих подразделений.

3. Проанализированная здесь ситуация обуславливает необходимость отмены необоснованных нормативов по ЖРО в ядерной медицине, а также разработки отдельного нормативного документа (желательно СанПиНа) по обращению с ТРО и ЖРО в подразделениях радионуклидной диагностики *in vivo*, *in vitro* и радионуклидной терапии.

4. После прекращения действия «регуляторной гильотины» указанные противоречия должны быть сняты в разрабатываемом проекте общих санитарно-эпидемиологических требований в области радиационной безопасности, причем соответствующие гигиенические требования по ее обеспечению в этом документе должны быть гармонизированы прежде всего с НРБ-99/2009 и с международными рекомендациями, а также отвечать сложившейся многолетней практике отечественной и зарубежной ядерной медицины.

5. В долгосрочной перспективе целесообразно поставить вопрос о возможности признания всех жидких отходов в подразделениях ядерной медицины нерадиоактивными с изъятием их из-под радиационного контроля, а также о постепенном выведении из эксплуатации действующих в настоящее время станций спецочистки ЖРО в отечественных подразделениях радионуклидной терапии в соответствии с международными рекомендациями.

Литература

1. НРБ-99/2009. Нормы радиационной безопасности. СанПиН 2.6.1.2523-09.

2. ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. СП 2.6.1.2612-10 (в ред. изменений № 1, утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16.09.2013 № 43).
3. СПОРО-2002. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами.
4. МУ 2.6.1.1892-04. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов.
5. СанПиН 2.6.1.3288-15. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при подготовке и проведении позитронной эмиссионной томографии.
6. МУ 2.6.1.2808-10. Обеспечение радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики методами радиоиммунного анализа *in vitro*.
7. СанПиН 2.6.2368-07. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников.
8. Проект постановления Главного государственного санитарного врача РФ «Об утверждении санитарно-эпидемиологических требований в области радиационной безопасности». — URL: <https://regulation.gov.ru/projects#search=01/02/11-20/00110596> (дата обращения 28.10.2021).
9. Письмо Роспотребнадзора № 02/19954-2021-23.
10. ICRP Publication 77. Radiological protection policy for the disposal of radioactive waste // Annals of the ICRP. 1997. Vol. 27. Pp. 1—21.
11. ICRP Publication 94. Release of Nuclear Medicine Patients after Therapy with Unsealed Sources // Annals of ICRP. 2004. Vol. 34. No. 2. Pp. 1—80.
12. STI/PUB 1202. Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля. МАГАТЭ, Вена, 2006.
13. STI/PUB/1207. Applying radiation safety standards in nuclear medicine. IAEA, Vienna, 2005.
14. STI/PUB/1578. Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards. IAEA, Vienna, 2014.
15. IAEA-TECDOC-1000. Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. IAEA, Vienna, 1998.
16. IAEA-TECDOC-1183. Management of radioactive waste from the use of radionuclides in medicine. IAEA, Vienna, 2000.
17. IAEA-TECDOC-1608. Nuclear Medicine in Thyroid Cancer Management: A Practical Approach. Vienna, 2009.
18. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 октября 2012 г. № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов».
19. ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. СП 2.6.1.2612-10.
20. Романович И. К., Барковский А. Н. О новых критериях отнесения отходов к радиоактивным и об изменениях, внесенных в ОСПОРБ-99/2010 и СПОРО-2002 // Радиационная гигиена. 2014. Т. 7. № 1. С. 30—35.
21. ОСПОРБ-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. СП 2.6.1.799-99.

Информация об авторе

Наркевич Борис Ярославович, доктор технических наук, профессор, научный консультант лаборатории радиоизотопной диагностики, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России (115478, Москва, Каширское ш., д. 23); президент, ОСОО «Ассоциация медицинских физиков России» (115478, Москва, Каширское ш., д. 23), e-mail: narvik@yandex.ru.

Библиографическое описание статьи

Наркевич Б. Я. Актуальные вопросы обращения с радиоактивными отходами в ядерной медицине // Радиоактивные отходы. 2022. № 1 (18). С. 28—37. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-1-28-37.

CURRENT RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT CHALLENGES IN NUCLEAR MEDICINE

Narkevich B. Ya.^{1, 2}

¹N. N. Blokhin NMRCO, Moscow, Russia

²Association of Medical Physicists in Russia, Moscow, Russia

Article received on November 02, 2021

The paper analyzes solid and liquid radioactive waste management methods implemented within radionuclide diagnostics and therapeutical units of Russian healthcare organizations. It evaluates the degree of compliance between the established RW management practice and relevant requirements set forth in Rospotrebnadzor's regulations and ICRP and IAEA recommendations. It reveals a number of unscientifically based provisions that correspond neither to international recommendations nor the long-term national and international practice in nuclear medicine. It specifies a number of proposals on introducing relevant amendments to the developed regulations that are to be enforced following the "regulatory guillotine".

Keywords: radiation safety, nuclear medicine, radioactive waste, regulations, "regulatory guillotine".

References

1. NRB-99/2009. *Normy radiatsionnoi bezopasnosti* [Radiation Safety Standards]. SanPiN 2.6.1.2523-09.
2. OSPORB-99/2010. *Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoi bezopasnosti* [Basic Sanitary Rules for Radiation Safety OSPORB-99/2010] SP 2.6.1.2612-10 (v red. izmenenii № 1, utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiiskoi Federatsii ot 16.09.2013 no. 43) [as amended, No. 1, approved by a decree of the Chief Public Health Officer of the Russian Federation on September 16, 2013 No. 43].
3. SPORO-2002. *Sanitarnye pravila obrashcheniya s radioaktivnymi otkhodami* [Sanitary rules for Radioactive Waste Management SPORO-2002].
4. MU 2.6.1.1892-04. *Gigienicheskie trebovaniya po obespecheniyu radiatsionnoi bezopasnosti pri provedenii radionuklidnoi diagnostiki s pomoshch'yu radiofarmpreparatov* [Hygienic requirements for radiation safety during radionuclide diagnostics using radiopharmaceuticals].
5. SanPIN 2.6.1.3288-15. *Gigienicheskie trebovaniya po obespecheniyu radiatsionnoi bezopasnosti pri podgotovke i provedenii pozitronnoi ehmissionnoi tomografii* [Hygienic requirements for radiation safety during and before positron emission tomography].
6. MU 2.6.1.2808-10. *Obespechenie radiatsionnoi bezopasnosti pri provedenii radionuklidnoi diagnostiki metodami radioimmunnogo analiza in vitro* [Radiation safety during radionuclide diagnostics using *in vitro* radioimmunoassay methods].
7. SanPIN 2.6.2368-07. *Gigienicheskie trebovaniya po obespecheniyu radiatsionnoi bezopasnosti pri provedenii luchevoi terapii s pomoshch'yu otkrytykh radionuklidnykh istochnikov* [Hygienic requirements for radiation safety during radiation therapy based on unsealed radiation sources].
8. *Proekt postanovleniya Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiiskoi Federatsii "Ob utverzhdenii sanitarno-ehpidemiologicheskikh trebovaniy v oblasti radiatsionnoi bezopasnosti"* [Draft decree of the Chief Public Health Officer of the Russian Federation On the Approved Sanitary and Epidemiological Requirements in the Field of Radiation Safety]. URL: <https://regulation.gov.ru/projects#search=01/02/11-20/00110596> (accessed on 28.10.2021).
9. *Pis'mo Rospotrebnadzora* [Letter of Rospotrebnadzor] No. 02/19954-2021-23.
10. ICRP Publication 77. Radiological protection policy for the disposal of radioactive waste. *Annals of the ICRP*, 1997, vol. 27, pp. 1-21.
11. ICRP Publication 94. Release of Nuclear Medicine Patients after Therapy with Unsealed Sources. *Annals of ICRP*, 2004, vol. 34, no. 2, pp. 1-80.
12. STI/PUB 1202. *Primenenie kontseptsii isklyucheniya, iz'yatiya i osvobozhdeniya ot kontrolya* [Application of the concepts of exclusion, exemption and exemption from control], IAEA, Vienna, 2006.
13. STI/PUB/1207. Applying radiation safety standards in nuclear medicine. IAEA, Vienna, 2005.
14. STI/PUB/1578. Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards. IAEA, Vienna, 2014.
15. IAEA-TECDOC-1000. Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. IAEA, Vienna, 1998.

16. IAEA-TECDOC-1183. Management of radioactive waste from the use of radionuclides in medicine. IAEA, Vienna, 2000.
17. IAEA-TECDOC-1608. Nuclear Medicine in Thyroid Cancer Management: A Practical Approach. Vienna, 2009.
18. *Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 19.10.2012 No. 1069 "O kriteriyakh otneseniya tverdykh, zhidkikh i gazoobraznykh otkhodov k radioaktivnym otkhodam, kriteriyakh otneseniya radioaktivnykh otkhodov k osobym radioaktivnym otkhodam i k udalyayemym radioaktivnym otkhodam i kriteriyakh klassifikatsii udalyayemykh radioaktivnykh otkhodov"* [Decree of the Government of the Russian Federation of October 19, 2012, No. 1069 On Criteria for Solid, Liquid and Gaseous Waste Categorization as Radioactive Waste, Criteria for Radioactive Waste Categorization as Special (Non-retrievable) Radioactive Waste and Retrievable Radioactive Waste, and criteria for Retrievable Radioactive Waste Classification].
19. OSPORB-99/2010. *Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoi bezopasnosti* [Basic Sanitary Rules of Radiation Safety OSPORB-99/2010]. SP 2.6.1.2612–10.
20. Romanovich I. K., Barkovsky A. N. O novykh kriteriyakh otneseniya otkhodov k radioaktivnym i ob izmeneniyakh, vnesennykh v OSPORB-99/2010 i SPORO-2002 [On New Criteria Allowing to Categorize Waste as Radioactive and on Amendments Introduced to OSPORB-99/2010 and SPORO-2002]. *Radiatsionnaya gigiena — Radiation Hygiene*, 2014, vol. 7, no. 1, pp. 30–35.
21. OSPORB-99. *Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoi bezopasnosti* [Basic Sanitary Rules of Radiation Safety OSPORB-99]. SP 2.6.1.799-99.

Information about the author

Narkevich Boris Yaroslavovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, scientific consultant of the Laboratory of Radioisotope Diagnostics, N. N. Blokhin NMRCO (23, Kashirskoe shosse, Moscow, 115478, Russia); President, Association of Medical Physicists in Russia (23, Kashirskoe shosse, Moscow, 115478, Russia), e-mail: narvik@yandex.ru.

Bibliographic description

Narkevich B. Ya. Current Radioactive Waste Management Challenges in Nuclear Medicine. *Radioactive Waste*, 2022, no. 1 (18), pp. 28–37. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-1-28-37. (In Russian).