

## История развития лаборатории дозиметрии природных источников в Институте радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева: 1987–2005 годы

И.П. Стамат, Э.П. Лисаченко, Н.А. Королева

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

*Первые 5–7 лет рассматриваемого периода в истории лаборатории дозиметрии природных источников Ленинградского научно-исследовательского института радиационной гигиены пришлось на очень сложные времена, которые переживала вся страна. Резкое сокращение в середине 1990-х гг. финансирования Института потенциально создало угрозу потери наиболее энергичных и высокопрофессиональных специалистов среднего поколения. В этих условиях фактически единственным и, как оказалось в последующем, наиболее эффективным вариантом сохранения Института как целостного научного учреждения была организация Федерального радиологического центра под руководством А.Н. Барковского. В состав Федерального радиологического центра вошли все физические лаборатории, включая и лабораторию дозиметрии природных источников, при фактически полном отсутствии бюджетного финансирования. Тем не менее, как показано ниже, этот период деятельности лаборатории в итоге оказался наиболее плодотворным как по теоретическим и экспериментальным исследованиям, так и в плане разработки нормативных правовых и инструктивно-методических документов. За эти годы было разработано и внедрено в практику около 10 санитарных правил и гигиенических нормативов, более 20 методических документов, была создана система сбора данных по дозам природного облучения населения на базе отчетных форм федерального статистического наблюдения № 4-ДОЗ. На этот период приходится разработка и утверждение на правительственном уровне первой федеральной целевой программы «Радон» и радиационно-гигиенической паспортизации организаций и территорий, в которых самое активное участие принимал Э.М. Крисяк. В эти же годы было обследовано большое количество предприятий неядерных отраслей, выполнены масштабные исследования уровней облучения населения отдельных территорий и др. В настоящей статье дана лишь краткая характеристика основных результатов, полученных в наиболее значимых направлениях научных исследований и практических разработок лаборатории в рассматриваемый период.*

**Ключевые слова:** природные радионуклиды, предприятия неядерных отраслей, нефтегазовый комплекс, металлургия, производственная среда, производственные отходы, изотопы радона, минеральное сырье с повышенным содержанием природных радионуклидов.

### Введение

Начальный период становления лаборатории дозиметрии природных источников излучения ЛНИИРГ авторы рассмотрели в статьях [1, 2]. После 1987 г. лаборатория снова практически полностью переключилась на теоретические и экспериментальные исследования в области природной радиоактивности. Последующие пятнадцать лет стали ключевыми в накоплении объективной информации о проявлениях природных источников излучения в различных областях хозяйственной деятельности людей, в понимании процессов формирования радиационной обстановки на предприятиях неядерных отраслей промышленности. По мере накопления

экспериментальных данных и опыта постепенно пришло и понимание острой необходимости нормативно-правового и инструктивно-методического обеспечения радиационной безопасности населения при воздействии природных источников излучения в производственных и коммунальных условиях. Эти годы стали исключительно плодотворными в деятельности лаборатории: было разработано более 10 санитарных правил и гигиенических нормативов, свыше 20 методических указаний и рекомендаций [3, 4]. Были получены обширные инструментальные сведения, характеризующие структуру доз и уровни облучения населения природными источниками излучения в производственных и коммунальных условиях. Наиболее значимые результаты деятельности лабо-

Стамат Иван Павлович

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева.

Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. E-mail: istamat@mail.ru

ратории в рассматриваемый период были достигнуты в следующих основных направлениях:

- нормативно-правовое обеспечение радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения;
- нормативно-правовое обеспечение радиационной безопасности в нефтегазовой отрасли Российской Федерации;
- система инструктивно-методических документов для обеспечения внедрения в практику требований санитарных правил и гигиенических нормативов по ограничению облучения населения природными источниками излучения в производственных и коммунальных условиях;
- разработка Федеральной целевой программы снижения уровней облучения населения Российской Федерации за счет природных источников ионизирующего излучения;
- разработка и внедрение системы радиационно-гигиенической паспортизации и Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан;
- исследования структуры доз и уровней облучения населения и работников предприятий неядерных отраслей промышленности природными источниками излучения;
- аппаратно-методическое и метрологическое обеспечение измерений объемной активности (ОА) радона и эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе для оценки доз облучения населения природными источниками излучения в производственных и коммунальных условиях.

Даже из простого перечисления видно, насколько расширилась область научной и практической деятельности лаборатории в этот период. Естественно, что исследования по большинству направлений велись параллельно, поэтому в изложении материала трудно было соблюдать строгую хронологию. Учитывая это, авторы старались, по возможности, придерживаться тематического единства, кратко характеризуя основные достижения по каждому из этих направлений.

### **Нормативно-правовое обеспечение ограничения облучения населения природными источниками ионизирующего излучения**

Первым в ряду нормативных документов стали разработанные под руководством Э.М. Крисюка «Временные критерии для организации контроля и принятия решений» (Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. Временные критерии для принятия решения и организации контроля. Документ МЗ РСФСР № 43-10/796 от 5.12.1990 г.), которые были внедрены в практику в 1991 г. Следует отметить, что в этом документе цель нормирования воздействия природных источников излучения на население впервые сформулирована как ограничение доз облучения населения от природных источников до возможно низкого уровня. Временными критериями были введены ограничения на облучение населения за счет основных природных источников излучения: по мощности дозы гамма-излучения и среднегодовому значению ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений жилых зданий, а также эффективной

удельной активности природных радионуклидов ( $A_{эфф}$ ) в строительном сырье и материалах.

Интересно отметить, что нормативы по ЭРОА изотопов радона в воздухе жилых зданий, принятые во Временных критериях (Документ МЗ РСФСР № 43-10/796 от 5.12.1990 г.), в последующем вошли в НРБ-96 практически без изменений. Однако уже в НРБ-99 было утеряно одно из важных требований к ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений, которое было введено во Временных критериях и НРБ-96. Уровень ЭРОА изотопов радона 400 Бк/м<sup>3</sup> в воздухе эксплуатируемых жилых зданий во Временных критериях и НРБ-96 имел смысл предельного значения, при превышении которого должен был рассматриваться вопрос о переселении жильцов (с их согласия) и перепрофилировании зданий или части помещений. В НРБ-99 и НРБ-99/2009 это требование стало более мягким и фактически сформулировано как рекомендация. Незначительные изменения по сравнению с Временными критериями в последующем были внесены и в нормативы по  $A_{эфф}$  в строительных материалах: для материалов III класса норматив был увеличен с 1350 до 1500 Бк/кг, а запрет на использование в строительстве введен только для строительного сырья и материалов с  $A_{эфф}$  более 4000 Бк/кг.

Интересно, что принятые в документе «Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. Временные критерии для принятия решения и организации контроля. МЗ РСФСР № 43-10/796 от 5.12.1990 г.» 25 лет назад в нашей стране нормативы по содержанию изотопов радона в воздухе помещений оказались близкими к современным рекомендациям Публикации 103 МКРЗ [5] и Международных основных норм безопасности [6] как по величине данного фактора, так и по идеологии их применения на практике.

С введением Временных критериев, начиная уже с НРБ-96, в российском нормировании постепенно происходит разделение требований по нормированию радиационной безопасности населения при воздействии природных и техногенных источников излучения. В законодательной форме это было закреплено в Федеральном законе «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ введением отдельной Статьи 15 «Обеспечение радиационной безопасности при воздействии природных радионуклидов». В нее вошли фактически все современные требования по ограничению облучения населения природными источниками ионизирующего излучения в производственных и коммунальных условиях.

В НРБ-96 и НРБ-99 требования к защите от природного облучения в производственных условиях уже выделены отдельным разделом, а требования к ограничению природного облучения населения в коммунальных условиях сформулированы в отдельном подразделе. В последующем нормирование природного облучения населения становится все более самостоятельной областью нормативно-правового обеспечения радиационной безопасности населения. Логическим завершением этого стала разработка и утверждение в 2003 г. Санитарных правил СП 2.6.1.1292-03 (Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения. Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.6.1.1292-

03. Утверждены 18.04.2003), в которых впервые была введена современная классификация уровней облучения населения природными источниками излучения, основанная на реальных уровнях и структуре доз облучения населения в коммунальных условиях. Эти данные были собраны и обобщены по результатам радиационно-гигиенической паспортизации территорий и отчетных форм федерального государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ. Кроме того, в СП 2.6.1.1292-03 впервые были конкретизированы общие требования НРБ-99 к обеспечению радиационной безопасности работников для отдельных неядерных отраслей промышленности, в числе которых были выделены подземные производства, нефтегазовая и перерабатывающая отрасли. В них были также сохранены требования к ограничению облучения экипажей самолетов, которое классифицировалось как облучение работников природными источниками излучения в производственных условиях.

Следует отметить исключительно большой вклад в формулировку основных положений СП 2.6.1.1292-03 П.В. Рамзаева, Э.М. Крисяка и В.Я. Голикова (в то время – заведующего кафедрой РМАПО в Москве). Обсуждение отдельных пунктов проекта документа иногда могло длиться часами и завершиться лишь черновой формулировкой, которая в окончательной редакции часто становилась неузнаваемой.

Исследования процессов формирования радиационной обстановки в неядерных отраслях промышленности (в основном, в перерабатывающей отрасли, в металлургии, огнеупорной промышленности, производстве керамики и др.) постепенно привели к пониманию того, что для этих отраслей нужны отдельные санитарные правила, регламентирующие радиационную безопасность. Так, в 2000 г. появились Санитарные правила «Обращение с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием природных радионуклидов» (СП 2.6.1.798-99), в которых была учтена специфика формирования радиационной обстановки в этих отраслях промышленности. При разработке СП 2.6.1.798-99 впервые были обоснованы подходы к классификации минерального сырья и материалов, а также производственных отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов. Довольно быстрому утверждению этого документа и внедрению его в практику радиационного контроля и осуществления санитарно-эпидемиологического надзора, по-видимому, способствовало то, что на рубеже веков началось интенсивное развитие отраслей промышленности, в которых минеральное сырье и материалы с повышенным содержанием природных радионуклидов стали использоваться в огромных количествах.

В этот же период были разработаны и утверждены Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности при заготовке и реализации металлолома (СанПиН 2.6.1.993-00). История разработки этого документа достойна того, чтобы посвятить ей отдельную статью. В рамках данной публикации дать полную характеристику тому методическому разнообразию, которое наблюдалось в этот период в области радиационного контроля металлолома, крайне трудно. На 1990-е гг. как раз пришелся максимум экспорта металлолома, которого в стране было много, но никто, кроме школьников, им до этого особенно не интересовался. С другой стороны,

именно в эти годы начала формироваться система таможенного контроля делящихся и радиоактивных материалов на границе, поэтому часто в металлоломе находили довольно серьезные радионуклидные источники.

Рабочая встреча специалистов в то время Госсанэпиднадзора, метрологов и практиков на базе ВНИИМ им. Д.И. Менделеева показала, что все участники рынка металлолома в стране к радиационному контролю металлолома подходят совершенно по-разному. Стало очевидным, что основной причиной этого является отсутствие критериев оценки металлолома по показателям радиационной безопасности и единых подходов к радиационному контролю металлолома.

Поэтому специалисты Института (А.Н. Барковский и И.П. Стамат) в оперативном порядке формулировали идеологию санитарных правил, выполняли расчеты по обоснованию критериев и нормативов оценки показателей радиационной безопасности металлолома. Естественно, что при разработке санитарных правил, а в последующем и методических указаний по радиационному контролю металлолома, учитывалось еще и довольно бедное на то время аппаратное обеспечение измерений. Нужно отметить, что, несмотря на крайне сжатые сроки разработки, СанПиН 2.6.1.993-00 был подготовлен вполне добротной, а сама идеология радиационного контроля и обеспечения радиационной безопасности металлолома в последующем показала свою высокую эффективность. При переработке этого документа уже в наше время изменения потребовались, в основном, в связи с введением новых нормативных требований и адаптацией его к современному парку аппаратуры и произошедшими за последние 15 лет изменениями в санитарном законодательстве страны.

### **Нормативно-правовое обеспечение радиационной безопасности нефтегазовой отрасли Российской Федерации**

Описание истории исследований лаборатории в этом направлении выделено отдельно в силу того, что, во-первых, она начиналась значительно раньше рассматриваемого периода и, во-вторых, сама история создания и внедрения нормативно-правового обеспечения радиационной безопасности в нефтегазовой отрасли представляет отдельный значительный интерес.

Нельзя сказать, что лаборатория дозиметрии природных источников была пионером в области исследований проблем радиационной безопасности в нефтегазовой отрасли. Первые исследования на нефтепромыслах страны были выполнены сотрудниками радиохимической лаборатории Института еще в 1970 г. [7]. Наша лаборатория начала работы на нефтепромыслах с 1990 г. На нефтегазовых месторождениях Ставропольского края в районе Нефтекумск было обследовано более 100 объектов (Ю.В. Хрисанфов, В.Н. Киренков). А уже начиная с середины 1990-х гг. усилиями, в основном, специалистов лаборатории были выполнены масштабные исследования радиационной обстановки на нефтегазовых месторождениях в Самарской, Саратовской, Калининградской и Оренбургской областях, Ставропольском крае и др. Большинство ранних исследований радиационной обстановки на предприятиях нефтегазовой отрасли в значительной мере носили теоретический характер [7, 8].

В отличие от этого, в наших исследованиях, кроме теоретических аспектов проблемы, одновременно рассматривались и вопросы практического обеспечения радиационной безопасности в отрасли [9–13].

В результате были получены инструментальные данные о дозах облучения работников на различных технологических операциях добычи и первичной подготовки нефти и газа, изучены специфические особенности образования производственных отходов, содержащих природные радионуклиды, получены общие сведения о количестве накопленных отходов в отдельных нефтегазовых районах страны и их радиологических характеристиках. В этих исследованиях было показано, что образование производственных отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов в цикле добычи и первичной подготовки нефти обусловлено выносом на дневную поверхность исключительно трех изотопов радия –  $^{226}\text{Ra}$  из природного ряда  $^{238}\text{U}$ , а также  $^{224}\text{Ra}$  и  $^{228}\text{Ra}$  из природного ряда  $^{232}\text{Th}$  [3, 14]. Было установлено, что удельная активность материнских радионуклидов в этих рядах оказалась на 3–4 порядка ниже удельной активности соответствующих изотопов радия, то есть вековое радиоактивное равновесие в рядах  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  в производственных отходах нефтегазовой отрасли резко нарушено. Основными источниками загрязнения технологического оборудования и окружающей среды природными радионуклидами при добыче и первичной подготовке нефти и газа являются отложения природных радионуклидов, содержащихся в промысловых водах, на внутренней поверхности нефтегазопромыслового оборудования, а также утечки и сбросы промысловых вод на поверхность земли.

Результаты наших исследований были опубликованы в целом ряде статей [9, 11–13], доложены и обсуждены на форумах, посвященных проблемам топливно-энергетического комплекса России [10, 13]. Постепенно стало очевидным, что процессы формирования радиационной обстановки на предприятиях нефтегазовой отрасли, обусловленные выносом гигантских количеств изотопов радия и образованием производственных отходов с повышенным содержанием природных радионуклидов, имеют принципиальные отличия от большинства других предприятий неядерных отраслей. Вследствие этого и нормативно-правовое регулирование радиационной безопасности в этой отрасли требовало специальных подходов.

Учитывая это, в 2001 г. в Министерстве энергетики Российской Федерации было проведено рабочее совещание, посвященное вопросам нормирования радиационной безопасности в нефтегазовой отрасли. Инициатором совещания были наш Институт (Э.М. Крисюк, А.Н. Барковский, И.П. Стамат) и Управление радиационной безопасности Министерства энергетики Российской Федерации, которое возглавлял тогда А.Д. Шрамченко. Участниками совещания были также представители основных на то время нефтегазодобывающих компаний. Совещание проходило довольно тяжело, однако благодаря научным аргументам Института, которые в основном излагал Э.М. Крисюк, и неумолимой энергии и авторитету А.Д. Шрамченко по итогам совещания было принято решение о необходимости разработки специальных нормативных документов по регулированию радиационной безопасности в нефтегазовой отрасли. Более того, нефтегазодобывающие компании даже согласились финан-

сировать разработку этих документов, что было исключительно важно в тот период.

Так, за довольно короткий период были дважды разработаны и утверждены санитарные правила, регламентирующие радиационную безопасность в нефтегазовой отрасли. В 2002 г. введены в действие СанПиН 2.6.6.1169-02 «Обеспечение радиационной безопасности при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов на объектах нефтегазового комплекса Российской Федерации». А уже в следующем году были утверждены СП 2.6.1.1291-03 «Санитарные правила по обеспечению радиационной безопасности на объектах нефтегазового комплекса России», основной целью которых было введение в действие системы критериев, правил и требований, гарантирующих обеспечение радиационной безопасности населения и работников предприятий отрасли. Принципиально новыми в указанных документах являются следующие основные положения.

Во-первых, в СанПиН 2.6.6.1169-02 впервые была обоснована и введена классификация производственных отходов предприятий неядерных отраслей промышленности по величине эффективной удельной активности природных радионуклидов  $A_{\text{эфф}}$ .

Во-вторых, были получены формулы расчета величины  $A_{\text{эфф}}$  для специфических условий формирования радионуклидного состава производственных отходов нефтегазовой отрасли, когда в рядах  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  отсутствуют материнские изотопы, а радиоактивность отходов исходно обусловлена поступлением в них только трех изотопов радия –  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{224}\text{Ra}$  и  $^{228}\text{Ra}$ .

В-третьих, в СанПиН 2.6.6.1169-02 также впервые были введены общие требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с производственными отходами II категории с  $A_{\text{эфф}}$  свыше 1,5 Бк/г до 10,0 кБк/кг. А для производственных отходов III категории с большим содержанием природных радионуклидов требования по обеспечению радиационной безопасности были сформулированы «как с низкоактивными радиоактивными отходами». Такая формулировка фактически означала, что в нефтегазовой отрасли традиционные РАО в строгом понимании этого термина, согласно НРБ-99, не образуются. Принципиально это соответствовало и определению радиоактивных отходов (РАО) в СПОРО-2002, в пункте 1.4 которых указано, что эти правила не распространяются на производственные отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов, а в пункт 3.1 перечислены источники образования РАО.

Наконец, в СанПиН 2.6.6.1169-02 впервые было введено требование к обследованию территорий проектируемых предприятий до начала разработки месторождений с оценкой их основных радиационно-гигиенических характеристик: мощность дозы гамма-излучения, содержание природных радионуклидов в поверхностных слоях почв и воде ближайших рек и озер и др. В дальнейшем, при прекращении эксплуатации предприятий в проекте реабилитации территорий требовалось предусмотреть мероприятия по реабилитации территорий с нормализацией параметров радиационной обстановки до значений, максимально близких к их исходным уровням.

Следует отметить, что СанПиН 2.6.6.1169-02 были разработаны и утверждены до появления аналогичного

документа МАГАТЭ [14], посвященного радиационной защите при обращении с производственными отходами нефтегазовой отрасли, в котором эти отходы еще именовались радиоактивными.

### **Система инструктивно-методических документов по радиационному контролю природных источников ионизирующего излучения**

Одновременно с нормативно-правовыми документами шла разработка и инструктивно-методического обеспечения радиационной безопасности населения при воздействии природных источников излучения в производственных и коммунальных условиях. За рассматриваемый период специалистами лаборатории было разработано и внедрено в практику радиационного контроля более 20 методических документов [3, 4]. Одни из них, такие как Методические рекомендации «Оценка пыле-радиационного фактора при работе с неурановым минеральным сырьем» (1988 г.), Методические рекомендации МР № 11-2/221-09 «Радиационный контроль на предприятиях огнеупорной промышленности» (2000 г.) и др. были призваны решать вопросы радиационного контроля в отдельных отраслях промышленности. Ряд других документов, таких как МР № 11-2/206/09 «Выборочное обследование жилых зданий для оценки доз облучения населения (2000 г.), МР № 11-02/283-09 «Форма государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона» (2001 г.) и др. имели более широкую область распространения.

В рамках одной статьи трудно охарактеризовать всю систему методических документов, поэтому остановимся на тех из них, которые, на наш взгляд, оказали наибольшее влияние на обеспечение радиационной безопасности населения в нашей стране. С введением Временных критериев и последующим утверждением НРБ-96 и принятием Закона о радиационной безопасности населения возникла острая необходимость в методическом инструментарии по контролю соответствия жилых и общественных зданий установленным гигиеническим нормативам. Причем этот инструментарий должен был опираться на достаточно бедный на тот период времени парк средств измерений в стране.

И если с контролем зданий по мощности дозы гамма-излучения все обстояло вполне удовлетворительно, в целом, была понятна и технология определения среднегодовых значений ЭРОА в существующих зданиях, то оценка ЭРОА изотопов радона во вновь построенных зданиях оказалась исключительно непростой. Дело в том, что на тот период инструментальные сведения о сезонной изменчивости содержания радона в воздухе зданий были единичными, т.к. большинство этих данных было получено для модельных домов. Тем не менее, коллективу авторов Методических указаний МУ 2.6.1.715-98 «Проведение радиационно-гигиенического обследования жилых и общественных зданий» удалось найти оригинальное решение, которое обеспечивало возможность оценки среднегодовых значений ЭРОА изотопов радона в воздухе новых зданий. Это решение было основано на использовании понятия «оценка максимального значения среднегодовой ЭРОА изотопов радона в воздухе» с учетом коэффициентов сезонности при раз-

ной длительности измерений. Как показала практика применения МУ 2.6.1.715-98, эти коэффициенты имели достаточно большой запас, что иногда создавало определенные трудности при сдаче в эксплуатацию жилых домов и общественных зданий. Однако десятилетний период применения МУ 2.6.1.715-98 показал, что практически все вновь построенные за этот период здания жилищного и общественного назначения соответствовали установленному гигиеническому нормативу по ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений [15].

В числе методических документов, которые были разработаны в рассматриваемый период и сыграли значительную роль в обеспечении радиационной безопасности населения, отметим методические указания МУ 2.6.1.1088-02 «Оценка индивидуальных эффективных доз облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения», МУ 2.6.1.1868-04 «Внедрение показателей радиационной безопасности о состоянии объектов окружающей среды, в том числе продовольственного сырья и пищевых продуктов, в систему социально-гигиенического мониторинга», МУК 2.6.1.1087-02 «Радиационный контроль металлолома» и др.

### **Федеральная целевая программа «Радон»**

В последние два десятилетия прошлого века во многих зарубежных странах начинались обширные национальные программы исследования по оценке уровней облучения населения за счет радона в воздухе помещений, содержания природных радионуклидов в источниках питьевого водоснабжения, эпидемиологические исследования по оценке последствий облучения населения радоном в жилых домах и на различных производствах [16–18]. Однако большинство национальных программ, охватывая с разной степенью детализации всю страну, главным образом, были направлены на исследование проблем обеспечения радонобезопасности жилых домов.

В нашей стране постепенно также накапливались инструментальные сведения об уровнях облучения населения за счет природных источников излучения как на разных производствах (подробнее будет сказано ниже), так и в коммунальных условиях. Однако эти данные были в значительной мере разрозненными, измерения выполнялись различными методами с использованием самого разного, зачастую кустарно изготовленного оборудования в условиях крайне слабо развитой метрологии и редко были сопоставимы между собой. Со временем стало очевидным, что решение проблем обеспечения радиационной безопасности населения при воздействии природных источников излучения, как на территории отдельных субъектов Российской Федерации, так и в целом по стране, возможно только в рамках национальной целевой программы.

Постановлением Правительства Российской Федерации № 809 от 06.07.1994 г. была утверждена Федеральная целевая программа снижения уровней облучения населения Российской Федерации за счет природных источников ионизирующего излучения (ФЦП «Радон»). В отличие от большинства национальных программ в зарубежных странах, ФЦП «Радон» с самого начала формировалась как комплексная программа. В рамках этой программы предусматривались мероприятия по различным направлениям ее правового

го, научно-методического и аппаратного обеспечения, метрологического сопровождения и практической реализации.

В числе основных направлений ФЦП «Радон» достаточно назвать аппаратно-методическое и метрологическое обеспечение радиационного контроля, разработку инженерно-строительных мероприятий по снижению содержания изотопов радона в воздухе зданий, адресные программы радиологических обследований на территориях с повышенной потенциальной радоноопасностью, эпидемиологические исследования, мероприятия по снижению неблагоприятных медицинских последствий облучения населения и ряд других.

Постановлением правительства № 809 от 06.07.1994 г. органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации было предписано разработать региональные целевые программы «Радон» и осуществлять их финансирование за счет бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов и внебюджетных источников. В целом ряде субъектов Российской Федерации такие региональные целевые программы «Радон» были разработаны, утверждены и постепенно стали реализовываться. Однако уже менее чем через два года после утверждения ФЦП «Радон» при рассмотрении хода ее реализации на заседании Правительственной комиссии 28.02.1996 г. было отмечено, что выполнение программы фактически сорвано из-за крайне неудовлетворительно го ее финансирования.

Несмотря на такой короткий период существования ФЦП «Радон», она сыграла определенную роль в том, что основные требования по ограничению облучения населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения вошли отдельной статьей 15 в Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», который был принят в 1996 г.

### **Радиационно-гигиеническая паспортизация территорий и ЕСКИД**

Уже в следующем 1997 г. вышли два постановления Правительства Российской Федерации: № 93 «О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий» от 28.01.1997 г. и № 718 «О порядке создания единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан» от 16.06.1997 г. Для реализации постановления Правительства Российской Федерации от 28.01.1997 г. № 93 в короткое время была разработана форма радиационно-гигиенических паспортов организаций (РГПО) и территорий (РГПТ). Одновременно были разработаны и утверждены Методические указания «Порядок заполнения и ведения радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий» (опубликованы в сборнике официальных документов «Радиационно-гигиеническая паспортизация организаций и территорий». СПб, 1998. С. 17–61).

В радиационно-гигиенических паспортах территорий содержится раздел, характеризующий средние по субъектам Российской Федерации уровни облучения населения за счет природных источников излучения в коммунальных условиях. Формы РГПО и РГПТ и порядок их заполнения были разработаны рабочей группой, в состав которой от Института входили М.И. Балонов, А.Н. Барковский,

Е.В. Иванов, Э.М. Крисюк, П.В. Рамзаев, А.Н. Либерман, А.И. Тихонова и В.Н. Шутов. Разработчиком единого программного обеспечения радиационно-гигиенической паспортизации, а в дальнейшем и Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) был Н.К. Барышков.

Уже в 1999 г. появился первый «Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации» за 1998 г. Через год был собран уже достаточно богатый материал, и по итогам радиационно-гигиенической паспортизации за 1999 г. подготовлен первый справочник «Дозы ионизирующего излучения населения Российской Федерации в 1999 году», который в последующем стал публиковаться регулярно. Как это часто бывает в масштабных проектах, в начальный период информация о дозах облучения населения за счет природных источников излучения в первых радиационно-гигиенических паспортах была довольно скромной. Но не нужно забывать, что в этот период и средства измерений для радиационного контроля природных источников излучения в стране были достаточно скромными как по количеству, так и по их возможностям. Возможно, что введение радиационно-гигиенической паспортизации и в последующем ЕСКИД в определенной мере послужило также и оживлению на рынке средств измерений в стране.

Во исполнение Постановления Правительства Российской Федерации от 16.06.1997 г. № 718 приказами Минздрава Российской Федерации от 31.07.2000 г. № 298 и от 27.06.2001 г. № 224 в нашей стране был создан Федеральный банк данных по дозам облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона (ФБДОПИ). Начиная с 2001 г., ФБДОПИ функционирует в рамках Единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан на базе нашего Института под руководством Т.А. Кормановской.

В отличие от методологии радиационно-гигиенической паспортизации и подсистем ЕСКИД на базе отчетных форм федерального статистического наблюдения № 1-ДОЗ, № 2-ДОЗ и № 3-ДОЗ, региональные и федеральный банки по дозам облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона на базе отчетной формы № 4-ДОЗ с самого начала была реализована как кумулятивная. Это связано с тем, что по данным измерений за 1–2 года оценить дозы природного облучения населения субъекта Федерации невозможно в принципе. Поэтому измерительная информация за каждый отчетный год добавляется в общий массив данных, так что со временем, по мере увеличения его объема, оценки структуры доз и уровней облучения населения отдельных субъектов Российской Федерации и страны в целом становятся все более достоверными.

Более подробно эти вопросы мы планируем обсудить в следующей публикации, которая охватывает последнее десятилетие деятельности лаборатории. Здесь только укажем, что по итогам сбора сведений в рамках ФБДОПИ уже за первые 2 года стало очевидным, что классификация уровней природного облучения населения в коммунальных условиях, введенная в ОСПОРЕБ-99, является не совсем корректной. В реальности средние дозы облучения населения оказались примерно в два раза выше, чем 2 мЗв/год. Поэтому при подготовке первых санитарных



Подробный анализ результатов радиационного обследования предприятий горнодобывающей отрасли содержится в [20].

В 1990-е гг. специалистами лаборатории была выполнена большая работа по исследованию процессов формирования радиационной обстановки на строящемся Северо-Муйском тоннеле Байкало-Амурской магистрали. Было установлено, что основными источниками поступления радона в воздух тоннелей были вода и, в меньшей степени, массив окружающей породы. Анализ формирования радиационной обстановки в строящемся тоннеле позволил обосновать систему мероприятий по обеспечению радиационной безопасности работников. В итоге этих исследований в 1999 г. Р.П. Терентьевым была подготовлена и защищена кандидатская диссертация, посвященная обеспечению радиационной безопасности при строительстве транспортных тоннелей [21].

Анализ информации, получаемой при обследовании предприятий неядерных отраслей промышленности, позволил выявить ряд специфических особенностей использования на многих предприятиях больших объемов минеральных материалов с повышенным содержанием природных радионуклидов. Причем минеральное сырье и материалы с повышенным содержанием природных радионуклидов, используемые на многих предприятиях, как правило, были импортными. Это и бокситы, применяемые в производстве огнеупоров, и шлифовальные порошки для оптического производства, и полировочные пасты, и ряд красителей для керамического производства, и абразивные материалы и изделия и т.п. В наших исследованиях была установлена необходимость оценки радиационной обстановки при использовании на различных предприятиях цирконовых материалов (часто высокодисперсных), характеризующихся повышенным содержанием природных радионуклидов. Заметим, что отчет МАГАТЭ [22], посвященный этой проблеме, был опубликован только в 2007 г. Как отмечалось выше, для обеспечения радиационной безопасности при обращении с такими материалами были разработаны Санитарные правила «Обращение с минеральным сырьем и материалами с повышенным содержанием природных радионуклидов» (СП 2.6.1.798-99).

В ходе ранее выполненных исследований для ряда минеральных материалов была выявлена зависимость удельной активности природных радионуклидов от дисперсности и обогащения производственной пыли природными радионуклидами по сравнению с перерабатываемыми материалами [2]. Результаты этих исследований легли в основу методических рекомендаций «Оценка пылерадиационного фактора (ПРФ) при работе с неурановым минеральным сырьем» (1988 г.). Это было важно, поскольку, как показал наш практический опыт, в условиях производств, связанных с добычей, переработкой и использованием минерального сырья, облучение за счет этого фактора практически нигде не контролировалось из-за отсутствия методических документов по организации контроля. В 1997 г. специалистами лаборатории была сделана оценка поступления природных радионуклидов в окружающую среду с отходами и выбросами неурановых предприятий [23]. Материалы МАГАТЭ по этим вопросам появились значительно позже [24].

В завершение описания этого направления деятельности лаборатории несколько подробнее остановимся

на одной из самых интересных работ, которая по не зависящим от нас обстоятельствам осталась незавершенной. В 1986 г. сотрудники лаборатории В.И. Пархоменко и Э.П. Лисаченко по заданию Минздрава РСФСР выехали в поселок Акчатау Карагандинской области Казахской ССР для проведения предварительного обследования и оценки радиационной обстановки на руднике по добыче закрытым способом вольфрамовых и молибденовых руд. Уже из первых результатов измерений стало очевидным, что на данном предприятии необходимо провести детальное обследование для изучения закономерностей формирования радиационной обстановки. В последующие два года под руководством М.В. Терентьева специалисты лаборатории (Р.П. Терентьев, Н.А. Королева, Е.В. Некрасов, А.В. Колотвина, И.Г. Матвеева и др.) провели комплексное радиационное обследование предприятия. Были выполнены измерения объемной активности радона и дочерних продуктов радона и торона в рудничном воздухе, мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах. Были отобраны образцы руд и вмещающих пород, в которых определялась удельная активность природных радионуклидов. Основным методом исследования баланса радона в воздухе являлась радоновая съемка, суть которой заключалась в определении дебита радона-222 отдельных горных выработок и рудника в целом путем проведения измерений объемной активности радона и скорости движения воздуха в выбранных пикетах. В итоге были установлены основные закономерности формирования радиационной обстановки на руднике, что позволило обосновать радонозащитные мероприятия.

Анализ результатов измерений основных радиационных факторов позволил определить их вклад в суммарную эффективную дозу облучения шахтеров. Ведущим радиационным фактором на предприятии являлись дочерние продукты радона. Этот вывод позволил в дальнейшем сосредоточить основные усилия на изучении закономерностей формирования радиационной обстановки за счет поступления в рудничную атмосферу радона и ДПР. Анализ полученных данных позволил обосновать мероприятия по снижению содержания радона в воздухе рудника, которые оказались достаточно эффективными. Если до проведения защитных мероприятий в руднике годовые эффективные дозы облучения горняков за счет основных радиационных факторов достигали 1300 мЗв, то после их реализации они снизились более чем в 10 раз, хотя на отдельных рабочих местах все еще составляли до 120 мЗв.

Параллельно с работами на руднике вплоть до 1991 г. с целью оценки доз облучения населения поселка было проведено более 250 измерений объемной активности радона и его короткоживущих дочерних продуктов распада в жилых домах, детских учреждениях и административных зданиях. Среднее значение эквивалентной равновесной объемной активности радона в обследованных жилых помещениях составило 440 Бк/м<sup>3</sup> при максимальных значениях, достигающих 60 000 Бк/м<sup>3</sup>. Были проведены более детальные исследования с целью выявления источников поступления радона в воздух жилых помещений. Основными источниками поступления радона в здания оказались почва под ними, обладающая высокой эманирующей способностью, и отдельные виды строительных материалов с повышенным содержанием природных ра-



дионуклидов, также обладающие высокой эманулирующей способностью (саман, природный камень, песок из хвостов обогащения руд и др.).

Были разработаны рекомендации по ограничению поступления радона в помещения из почвы под зданием. В качестве радонозащитного материала для ограничения притока радона применялся линолеум для покрытия полов с заделкой щелей под плинтусами синтетическим каучуком или битумно-вазелиновой смесью. В результате таких простейших мероприятий в некоторых случаях удавалось снизить значения ЭРОА радона в помещениях до 10 раз. В двух домах из погребов, имевших выход в жилые помещения, были установлены вентиляционные трубы с выводением их до уровня крыши. При установке в вентиляционной трубе бытового вентилятора удавалось снизить значения ЭРОА радона в 5–10 раз. Это был наш первый опыт работы по проведению радонозащитных мероприятий на руднике и в жилых домах.

Учитывая исключительно высокие уровни облучения населения поселка за счет радона в домах и на производстве, были запланированы специальные исследования по изучению неблагоприятных медицинских последствий облучения населения. С этой целью была сформирована бригада специалистов во главе с Е.В. Ивановым, которая даже успела эти работы начать. Однако в 1991 г. все работы в поселке с участием Института были прекращены.

В этот же период были начаты масштабные исследования уровней облучения населения Ханты-Мансийского автономного округа за счет природных источников излучения в коммунальных условиях, которые продолжались около 10 лет. Довольно большая аналогичная работа была выполнена в Санкт-Петербурге, Ленинградской области и Алтайском крае, в которой участвовали специалисты нескольких организаций. Правда, на Алтае проводились в основном исследования по оценке доз облучения населения за счет радона в жилых домах. Тогда же были начаты работы по комплексному радиационному обследованию уровней природного облучения жителей г. Балей Забайкальского края, которые были завершены только в 2008 г. Проблема природного облучения жителей г. Балей заслуживает отдельного рассмотрения, поэтому мы на ней здесь останавливаться не будем.

#### **Аппаратурно-методическое и метрологическое обеспечение измерений ОА радона и ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений**

Одним из основных направлений деятельности лаборатории в рассматриваемый период, как и ранее, были аппаратурно-методические разработки, к которым вплотную примыкала еще и проблема метрологического обеспечения измерений. Довольно подробно деятельность лаборатории в области разработки средств и методов измерений ОА радона и ЭРОА изотопов радона в воздухе рассмотрена в [3, 25]. Поэтому несколько подробнее здесь рассмотрим только вопросы метрологического обеспечения этих измерений, которое в настоящее время, на наш взгляд, все еще остается одним из наиболее уязвимых мест в радиометрии радона.

В основу государственной системы обеспечения единства измерений ОА аэрозолей ДГР ранее был положен ГЭТ 39-78 по ГОСТ 8.090-79 (ГОСТ 8.090-79. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема

для средств измерений объемной активности радиоактивных аэрозолей). Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 января 2015 г. № 129 эталону ГЭТ 39-78 после усовершенствования был присвоен номер ГЭТ 39-2014 при сохранении действия ГОСТ 8.090-79. Поверочная схема средств измерений ОА радона в воздухе основана на государственном эталоне ГЭТ 39-78 (с 2015 г. ГЭТ 39-2014) по ГОСТ 8.090-79, а в качестве государственного рабочего эталона единицы объемной активности радона-222 в воздухе используется радиометр радона AlphaGUARD PQ-2000 PRO (номер в Государственном реестре средств измерений 44760-10). Диапазон воспроизведения и измерения ОА радона в воздухе для рабочего эталона принят равным  $1 \cdot 10^2 \dots 2 \cdot 10^6$  Бк/м<sup>3</sup> с характеристикой погрешности во всем диапазоне  $\pm 6\%$ .

Однако государственный эталон ГЭТ 39-78 (ГЭТ 39-2014) не обеспечивает воспроизведение единицы ОА радона и контроль ее величины методами абсолютных измерений, что прямо вытекает из его названия «Государственный первичный специальный эталон единицы объемной активности радиоактивных аэрозолей». Имеющееся техническое оснащение ГЭТ 39-78 (ГЭТ 39-2014) фактически обеспечивает передачу размера единицы ОА радона от первичного эталона, которого нет, к рабочему эталону и рабочим средствам измерения ОА радона, аналогично ГОСТ 8.090-79.

Несмотря на недостатки современной системы метрологического обеспечения измерений ОА и ЭРОА радона в воздухе, ее не сравнить с тем, с чем мы столкнулись в начале 1990-х гг. В 1991 г. по инициативе Э.М. Крисяка в Выборге были организованы первые межлабораторные сличения средств измерений ОА и ЭРОА радона в воздухе, в которых участвовали все желающие лаборатории и специалисты Санкт-Петербурга. Результаты сличений оказались настолько неожиданными, что решено было отчет о них не публиковать. С этого момента в лаборатории началась работа по созданию своей метрологической базы измерений ОА и ЭРОА радона в воздухе, которая завершилась в конечном итоге аттестацией Госстандартом метрологической службы Института на право поверки этих средств измерений.

Созданная в лаборатории образцовая поверочная установка в комплекте с генераторами радона на основе образцовых источников радия позволяла воспроизводить размер единицы ОА радона, для измерения которой использовался радиометр газов РГБ-07, аттестованный во ВНИИФТРИ в качестве образцового средства измерений. Для поверки средств измерений ЭРОА радона в воздухе применялся уникальный по тем временам радиометр аэрозолей РАС-03. Метрологическая база и опыт специалистов лаборатории (Н.А. Королева, И.П. Стамат, М.В. Терентьев и др.), которые прошли обучение на курсах во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, позволили, кроме текущей деятельности по поверке радиометров радона, провести большую работу по государственным испытаниям радиометра радона AlphaGUARD PQ-2000 и «Комплекса средств измерений интегральной объемной активности радона в воздухе трековым методом (КСИРА-2010Z)». Естественно, что эти испытания проводились под эгидой ВНИИМ им. Д.И. Менделеева (И.А. Харитонов, С.Г. Трофимчук, С.В. Сэпман). Через три года, когда срок

действия аттестата аккредитации метрологической службы заканчивался, было принято решение его не продлевать. Однако свою главную цель деятельность лаборатории в этом направлении достигла: у сотрудников появился большой опыт, и значительно выросла ответственность к качеству измерений и соблюдению стандартизованных процедур.

В этом направлении отдельного рассмотрения заслуживает также первый опыт лаборатории по организации и проведению межлабораторных сличений в области гамма-спектрометрии. В 1987 г. по инициативе Э.М. Крисюка была разработана и утверждена ВНИИМ им. Д.И. Менделеева методика «Источники гамма-излучения объемные специального назначения, содержащие равновесные урановые и ториевые руды и калий-40. Методика изготовления и метрологической аттестации» (Крисюк Э.М., Юдин М.Ф., Кочин А.Е.). Объемные источники гамма-излучения специального назначения (ОИГИ-С-) предназначались для градуировки гамма-спектрометров, используемых для определения содержания природных радионуклидов в объектах внешней среды.

По этой методике источники изготавливались из государственных стандартных образцов (ГСО) состава урановой (ОИГИ-С-Ra) и ториевой (ОИГИ-С-Th) руд и химически чистого хлористого калия (ОИГИ-С-K) путем внесения их в материалы – наполнители разной плотности. В нашей лаборатории были изготовлены и аттестованы десятки таких источников для самой лаборатории и ряда лабораторий практических организаций.

С помощью набора созданных источников была проведена новая калибровка повышенной точности гамма-спектрометра СГС-200. Это обеспечивало возможность проведения лабораторией унифицированного сличения результатов гамма-спектрометрического анализа содержания природных радионуклидов в объектах окружающей среды, выполняемого центрами Госкомсанэпиднадзора (1995 г.). Целью межлабораторных сличений было оказание практической помощи спектрометрическим лабораториям службы.

Для проведения межлабораторных сличений были разработаны методика приготовления специальных объемных образцов (СОО) для взаимного сравнения, согласованная с ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, и документация по организации межлабораторных сличений результатов измерений спектрометрических лабораторий Госсанэпиднадзора. По этой методике были сформированы 3 большие партии однородных материалов, различающихся по плотности (1–1,5 г/см<sup>3</sup>), по коэффициентам эманирования (до 25%) и удельной активности (от фоновых уровней до 2000 Бк/кг).

Образцы этих материалов направлялись в лабораторию для измерений, а анализ полученных результатов позволил выявить типичные ошибки измерений. Всем участникам были даны подробные рекомендации по устранению выявленных ошибок. В первых сличениях в 1996 г. приняли участие 6 областей, пострадавших от Чернобыльской аварии, и 20 других регионов страны.

В рассматриваемый период серьезные изменения происходили как в стране, так и в Институте и, естественно, в нашей лаборатории. В 1995 г. Приказом Председателя Госкомсанэпиднадзора России от 20.12.1995 г. № 132 был создан Федеральный радиологический центр, который

был оформлен как структурное подразделение Института Приказом директора П.В. Рамзаева 10.01.1996 г. № 1/К. В состав Федерального радиологического центра вошли пять лабораторий, в том числе и лаборатория дозиметрии внешней среды под руководством Э.М. Крисюка. Руководителем Федерального радиологического центра был назначен А.Н. Барковский.

В 1989 г. лаборатория дозиметрии внешней среды была административно разделена на лабораторию спектрометрии (руководитель Э.М. Крисюк) и лабораторию дозиметрии радона (руководитель М.В. Терентьев). Однако сотрудники обеих лабораторий фактически продолжали оставаться единым коллективом и, по существу, решать общие задачи. А уже в 1999 г. лаборатории дозиметрии радона и спектрометрии объединились, и объединенная лаборатория получила свое современное название «лаборатория дозиметрии природных источников» Федерального радиологического центра, ее руководителем был назначен И.П. Стамат.

### Заключение

Таким образом, несмотря на очень непростой во многих отношениях период, который переживала не только лаборатория и Институт, но и вся страна, лаборатории удалось сохранить очень дружный и работоспособный коллектив. За этот период удалось выполнить огромный объем экспериментальных и теоретических исследований. Фактически за эти годы была подготовлена научная основа современной системы регулирования радиационной безопасности при воздействии природных источников излучения в производственных и коммунальных условиях. Оставалось все проделанное проанализировать, добавить недостающие детали, осмыслить и четко сформулировать требования по ограничению природного облучения населения при переработке системы нормативного и инструктивно-методического обеспечения радиационной безопасности населения.

### Литература

1. Лисаченко, Э.П. История становления лаборатории дозиметрии природных источников в институте Радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева: 1956–1970 годы / Э.П. Лисаченко, И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2015. – Т. 8, № 4. – С. 62–73.
2. Лисаченко, Э.П. История становления лаборатории дозиметрии природных источников в институте Радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева: 1970–1986 годы / Э.П. Лисаченко, И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9, № 1. – С. 45–57.
3. Стамат, И.П. Система гигиенических требований по ограничению облучения населения Российской Федерации природными источниками излучения : автореф. дис. д-ра биол. наук: 05.26.02 / И.П. Стамат; Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. – СПб, 2012. – 47 с.
4. Стамат, И.П. Проблемы нормативно-правового регулирования ограничения облучения населения природными источниками ионизирующего излучения / И.П. Стамат [и др.] // Актуальные вопросы радиационной гигиены: материалы науч.-практ. конф. – СПб, 2004. – С. 40–42.
5. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ) / под общей ред. М.Ф. Киселева, Н.К. Шандалы. – М.: ООО ПКФ «Алана», 2009. – 312 с.
6. IAEA Safety Standards for protecting people and environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources:

- International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Part 3 No GSR Part 3. Vienna, 2014, 436 p.
7. Попов, Д.К. Естественная радиоактивность на нефтепромыслах / Д.К. Попов [и др.] // Гигиена и санитария. – 1972. – № 4. – С. 111–113.
  8. Алексеев, Ф.А. Радиохимические и изотопные исследования подземных вод нефтегазоносных областей СССР / Ф.А. Алексеев, Р.П. Готтих, С.А. Сааков, Э.В. Сокольский. – М.: Недра, 1975. – 262 с.
  9. Стамат, И.П. Задачи обеспечения радиационной безопасности на объектах нефтегазового комплекса России / И.П. Стамат [и др.] // Здоровье Населения и Среда Обитания. – 2000. – № 3 (84). – С. 32–35.
  10. Стамат, И.П. Основные требования СП 2.6.6.1169-02 по обеспечению радиационной безопасности в нефтегазовой отрасли России / И.П. Стамат [и др.] // Топливо-энергетический комплекс России: региональные аспекты: сб. материалов форума. – СПб., 2003. – С. 217–218.
  11. Стамат, И.П. Задачи обеспечения радиационной безопасности на объектах нефтегазового комплекса России / И.П. Стамат [и др.] // Здоровье Населения и Среда Обитания. – 2004. – № 4 (133). – С. 32–35.
  12. Лисаченко, Э.П. Формирование радионуклидного состава производственных отходов на объектах нефтегазового комплекса / Э.П. Лисаченко, И.Г. Матвеева, И.П. Стамат // Радиационная гигиена : сб. науч. трудов СПб НИИРГ. – СПб., 2004. – С. 45–50.
  13. Гращенко, С.М. Актуальные проблемы радиационной безопасности в топливно-энергетическом комплексе (материалы к решению конференции) / С.М. Гращенко [и др.] // Топливо-энергетический комплекс России: региональные аспекты: сб. матер. 4-го междунар. форума. – СПб., 2004. – С. 308–310.
  14. Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry. Safety Reports Series No. 34. Vienna, IAEA, 2003, 139 p.
  15. Горский, Г.А. К оценке эффективности предупредительного надзора за обеспечением радиационной безопасности населения при облучении природными источниками ионизирующего излучения / Г.А. Горский, И.П. Стамат // Радиационная гигиена. – 2008 – Т. 1, № 3. – С. 41–45.
  16. Zhi Zhongji and the Writing Group of the Nationwide Survey of Environmental Radioactivity Level in China. Survey of environmental natural penetrating radiation level in China. (1983-1990). Radiat. Prot. (Taiyuan) 1992, № 2, pp.120-122.
  17. Hughes J.S., Raberts G.C. National Radiation Protection Board: Report NRPB-R 173. London, 1984, pp. 237-344.
  18. European Radon Research and Industry Collaboration Concerted Action. // European Commission Contract № FIRI-CT-2001-20142. Ireland, Radiological Protection Institute of Ireland, March 2005, 27 p.
  19. Терентьев, М.В. Радиационная безопасность шахтеров неурановых рудников: автореф. дис. к-та техн. наук: 05.26.01 / М.В. Терентьев; ВНИИОТ. – Л., 1990. – 32 с.
  20. Королева, Н.А. Уровни облучения природными источниками излучения работников подземных предприятий неурановой промышленности / Н.А. Королева [и др.] // Радиационная гигиена. – 2008. – Т. 1, № 4. – С. 26–30.
  21. Терентьев, Р.П. Формирование радиационной обстановки и обеспечение радиационной безопасности при проходке транспортных тоннелей : автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.26.01 / Р.П. Терентьев ; С.-Пб. гос. гор. ин-т им. Г.В. Плеханова. – СПб. – 1999. – 23 с.
  22. Radiation protection and NORM residue management in the zircon and zirconia industries. Safety Report Series No. 51. Vienna, IAEA, 2007.
  23. Лисаченко, Э.П. Поступление природных радионуклидов в окружающую среду с отходами и выбросами неурановых предприятий / Э.П. Лисаченко, Ю.А. Белячков // Тез. док. 2-й междунар. конф. Экология и развитие Северо-Запада России. – СПб, 1997. – С. 110.
  24. Regulatory and management approaches for control of environmental residues containing naturally occurring radioactive material (NORM). Proc. of technical meeting held in Vienna, 6-10 Dec. 2004. IAEA, 2006.
  25. Королева, Н.А. Аппаратурно-методические разработки и метрологическое обеспечение средств измерений объемной активности радона и дочерних продуктов распада в воздухе помещений / Н.А. Королева, И.П. Стамат, М.В. Терентьев // Радиационная гигиена : сб. науч. тр. – СПб., 2006. – С. 52–60.

Поступила: 25.10.2016 г.

**Стамат Иван Павлович** – доктор биологических наук, заведующий лаборатории дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; e-mail: istamat@mail.ru

**Лисаченко Эльвира Павловна** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия.

**Королева Надежда Андреевна** – старший научный сотрудник лаборатории дозиметрии природных источников Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия.

**Для цитирования:** Стамат И.П., Лисаченко Э.П., Королева Н.А. История развития лаборатории дозиметрии природных источников в институте радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева: 1987–2005 годы // Радиационная гигиена. – 2016. – Т. 9, № 4. – С. 74–86. DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-4-74-86

## The history of establishment of the Natural Sources Dosimetry Laboratory in the Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, 1987–2005

Ivan P. Stamat, Elvira P. Lisachenko, Nadezhda A. Koroleva

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

*The first 5–7 years of the period under review in the history of the Natural Sources Dosimetry Laboratory happened to be in very hard period, which had a time the entire country. A severe funding reduction of the Institute in the 90-s created a threat of loss of the most active and highly professional middle-aged specialists. In these conditions, the only and the most efficient way to maintain Institute as a scientific establishment was to organize the Federal Radiological Center under the guidance of Dr. A.N. Barkovskiy. The Federal Radiological Center consisted of the all physical laboratories, including the Natural Sources Dosimetry Laboratory, without government funding. Nevertheless, as it is shown below, this period was the most fruitful for theoretical and experimental researches, and for development of legal documents and instructional guidance documents. Over these years, more than 10 sanitary regulations and hygienic standards, and more than 20 guidance documents were developed and implemented. Doses of the population due to the natural exposure data-collecting system on the base of federal statistical observation №4-DOZ form were designed. At this period, the first Federal Target Program «Radon» and the System of radiation and hygienic passportization of organizations and territories were developed and authorized. Dr. E.M. Krisiuk was fully engaged in these activities. In these years a great number of non-nuclear companies were examined. Large-scale studies of levels of exposure of the population on specific territories were conducted. The paper examines a summary of the main results, which were obtained in the most important areas of research and practical studies in the period under review.*

**Key words:** radionuclides of natural origin, non-uranium companies, oil and gas sector, scrap metal, working environment, industrial waste, radon isotopes, mineral raw materials with a high concentration of natural radionuclides.

### References

- Lisachenko E.P., Stamat I.P. The history of the natural sources dosimetry laboratory in St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev: 1956–1970. *Radiatsionnaya gigiena = Radiation Hygiene*, 2015, Vol. 8, № 4, pp. 62-73. (In Russ.)
- Lisachenko E.P., Stamat I.P. Development history of natural sources dosimetry laboratory at the Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev: 1970-1986. *Radiatsionnaya gigiena = Radiation Hygiene*, 2016, Vol. 9, № 1, pp. 45-57. (In Russ.)
- Stamat I.P. System of hygienic requirements to the population of the Russian Federation exposure from natural radiation sources limitation. Synopsis of thesis of Doctor of Biological Science. St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, SPb, 2012, 47 p. (In Russ.)
- Stamat I.P., Perminova G.S., Lipatova O.V., Gorskiy A.A. Issues of normative legal regulation of the population exposure from natural radiation sources limitation. Actual questions of radiation hygiene. Proceedings of the conference = Actual questions of radiation hygiene. Proceedings of the conference, SPb, 2004, pp. 40-42. (In Russ.)
- Publication 103 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP). Ed.: M.F. Kiselev, N.K. Shandala. M., 2009, 312 p. (In Russ.)
- IAEA Safety Standards for protecting people and environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Part 3 No GSR Part 3. Vienna, 2014, 436 p.
- Popov D.K., Drichko V.F. [Et al.] Natural radioactivity in oil-fields. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation*, 1972, № 4, pp. 111-113. (In Russ.)
- Alekseev F.A., Gottikh R.P., Saakov S.A., Sokolsky E.V. Radiochemical and isotope studies of underground waters of the oil-and-gas bearing region of USSR. M., 1975, 262 p. (In Russ.)
- Stamat I.P., Kormanovskaya T.A., Stupina V.V., Gorsky A.A., Perminova G.S., Gorsky G.A. Problems of provision for radiation safety in the oil and gas industry facilities of Russia. *Zdorove Naseleniya i Sreda Obitaniya = Public Health and Environment*, 2000, № 3 (84), pp. 32-35. (In Russ.)
- Stamat I.P., Barkovsky A.N., Krisyuk E.M. [Et al.] Basic requirements SP 2.6.6.1169-02 on radiation safety in the oil and gas industry of Russia. Fuel and energy complex of Russia: regional aspects: proceedings of forum. SPb, 2003, pp. 217-218. (In Russ.)
- Stamat I.P., Kormanovskaya T.A., Stupina V.V., Gorsky A.A., Perminova G.S., Gorsky G.A. Problems of provision for radiation safety in the oil and gas industry facilities of Russia. *Zdorove Naseleniya i Sreda Obitaniya = Public Health and Environment*, 2004, № 4 (133), pp. 32-35. (In Russ.)
- Lisachenko E.P., Matveeva I.G., Stamat I.P. Formation of radionuclide composition in the oil and gas sectors' facilities. Radiation hygiene. Collection of studies. SPb., 2004, pp. 45-50. (In Russ.)
- Grashchenko S.M., Stamat I.P., Barkovsky A.N. [Et al.] Actual problems of radiation protection in fuel and energy industry (conference proceedings). Russian fuel and energy industry:

Ivan P. Stamat

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

**Address for correspondence:** Mira St., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: istamat@mail.ru

- regional aspects. Proceedings of the 4 international forum. SPb, 2004, pp. 308-310. (In Russ.)
14. Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry. Safety Reports Series No. 34. Vienna, IAEA, 2003, 139 p.
  15. Gorsky G.A., Stamat I.P. On estimation of the efficient of preventive control under population radiation protection providing in the case of exposure from natural ionizing irradiation sources.. Radiatsionnaya gigiena = Radiation Hygiene, 2008, Vol. 1, № 3, pp. 41-45. (In Russ.)
  16. Zhi Zhongji and the Writing Group of the Nationwide Survey of Environmental Radioactivity Level in China. Survey of environmental natural penetrating radiation level in China. (1983-1990). Radiat. Prot. (Taiyuan) 1992, № 2, pp.120-122.
  17. Hughes J.S., Raberts G.C. National Radiation Protection Board: Report NRPB-R 173. London, 1984, pp. 237-344.
  18. European Radon Research and Industry Collaboration Concerted Action. // European Commission Contract № FIRI-CT-2001-20142. Ireland, Radiological Protection Institute of Ireland, March 2005, 27 p.
  19. Terentev M.V. Radiation safety of mine workers of non-uranium minings. Synopsis of thesis of Candidate of Technical Science. VNIOT., Leningrad, 1990, 32 p. (In Russ.)
  20. Koroleva N.A., Stamat I.P., Terentev M.V., Terentev R.P. Exposure levels for personnel of non-uranium underground enterprises from natural irradiation sources. Radiatsionnaya gigiena = Radiation Hygiene, 2008, Vol. 1, № 4, pp. 26-30. (In Russ.)
  21. Terentev R.P. Formation of radiological environment and radiation protection in transport tunneling. Synopsis of thesis of Candidate of Technical Science, the G. V. Plekhanov Leningrad State Mining Institute. G. V. Plekhanov. SPb, 1999, 23 c. (In Russ.)
  22. Radiation protection and NORM residue management in the zircon and zirconia industries. Safety Report Series No. 51. Vienna, IAEA, 2007.
  23. Lisachenko E.P. Belyachkov Yu.A. Radionuclides intake in environment with waste and discharge of non-uranium companies. Book of reports of the second International Conference Ecology and Development of the North-West of Russia. SPb, 1997, p. 110. (In Russ.)
  24. Regulatory and management approaches for control of environmental residues containing naturally occurring radioactive material (NORM). Proc. of technical meeting held in Vienna, 6-10 Dec. 2004. IAEA, 2006.
  25. Koroleva N.A. Stamat I.P., Terentev M.V. Instrumental and methodical developments and metrological support of measuring equipment for indoor radon and its progenies concentration. Radiation hygiene. Proceedings. SPb, 2006, pp. 52-60. (In Russ.)

Received: October 25, 2016

**For correspondence: Ivan P. Stamat** – Doctor of Biological Sciences, head of natural sources dosimetry laboratory of St. Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P. V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira St., 8, 191101, St. Petersburg, Russia; E-mail: istamat@mail.ru)

**Elvira P. Lisachenko** – Candidate of Technical Science, Senior Research Scientist, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, St. Petersburg, Russia

**Nadezhda A. Koroleva** – Senior Research Assistant, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, St. Petersburg, Russia

**For citation: Stamat I.P., Lisachenko E.P., Koroleva N.A. The history of establishment of the Natural Sources Dosimetry Laboratory in the Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, 1987-2005. Radiatsionnaya gigiena = Radiation Hygiene, 2016, Vol.9, No 4, pp. 74–86. (In Russ.) DOI: 10.21514/1998-426X-2016-9-4-74-86**