

Научное наследие профессора Павла Васильевича Рамзаева

Г.Г. Онищенко^{1,3}, И.А. Звонова², М.И. Балонов², В.П. Рамзаев², В.С. Репин²

¹Российская академия наук, Москва, Россия

²Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

³Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

В статье рассмотрены основные направления научной и организаторской деятельности профессора П.В. Рамзаева во время его работы в Научно-исследовательском институте радиационной гигиены. В частности, в систематизированном виде приводятся результаты исследования глобальных радиоактивных выпадений на Крайнем Севере СССР, а также изучения радиационной обстановки и оценки доз облучения населения после аварии на Чернобыльской АЭС. Показана ведущая роль П.В. Рамзаева в развитии методологии гигиенического нормирования и разработке теории здоровья. Детально обсуждается деятельность П.В. Рамзаева в составе Международной комиссии по радиологической защите. Показана роль П.В. Рамзаева в разработке закона «О радиационной безопасности населения».

Ключевые слова: Рамзаев Павел Васильевич, радиационная гигиена, глобальные выпадения, Чернобыльская авария, гигиеническое нормирование, Международная комиссия по радиологической защите.

Введение

2 июля 2019 г. исполнилось 90 лет со дня рождения выдающегося ученого-гигиениста, доктора медицинских наук, профессора Павла Васильевича Рамзаева. 42 года своей жизни он отдал Научно-исследовательскому институту радиационной гигиены (НИИРГ) и 32 из них были его директором (1970–2002). Годы его директорства был периодом расцвета института и временем серьезных испытаний, из которых институт вышел с высокой научной репутацией и международным признанием. Отмечая заслуги директора, коллектив Института обратился в Роспотребнадзор с просьбой увековечить имя П.В. Рамзаева в названии института; просьба была удовлетворена, и с 2005 г. в название института включено имя профессора П.В. Рамзаева. Чем он заслужил такую честь и память?

Окончив сельскую школу в голодные годы войны в Горьковской области, П.В. Рамзаев поступил в Горьковский медицинский институт, затем перешел на военный факультет Саратовского медицинского института, где и получил диплом военного врача в 1952 г. Огромная работоспособность, упорство, целеустремленность в освоении профессии послужили ему пропуском в адъюнктуру Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. На кафедре общей и военной гигиены

он успешно прошел обучение в адъюнктуре и в 1956 г. защитил кандидатскую диссертацию по исследованию теплового обмена человека.

Работа на старейшей в стране гигиенической кафедре, учрежденной указом императора Александра II в 1865 г., которой руководили выдающиеся ученые-гигиенисты, заложили в П.В. Рамзаеве глубокий интерес и уважение не только к экспериментальным исследованиям, но также и к теоретическим основам гигиенической науки, в разработку которых он внес позднее свой весомый вклад. В период его обучения в адъюнктуре на кафедре общей и военной гигиены зародилось новое направление – радиационная гигиена. В 1956 г. после объединения кафедр общей и военной гигиены начальник кафедры общей гигиены профессор член-корреспондент АМН СССР Николай Федорович Галанин стал первым директором созданного в 1956 г. Научно-исследовательского института радиационной гигиены Минздрава РСФСР. В 1960 г. П.В. Рамзаев уволился с военной службы и перешел в НИИРГ на должность старшего научного сотрудника, затем заведующего лабораторией, заместителя директора и в 1970 г. вступил в должность директора. В настоящей статье обобщены основные результаты научной и практической деятельности П.В. Рамзаева за время работы в НИИРГ.

Звонова Ирина Александровна

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: ir_zv@bk.ru

Исследования глобальных выпадений на Крайнем Севере СССР

1950–1960-е гг. были периодом «холодной войны», гонки ядерных вооружений между бывшими союзниками во Второй мировой войне. Испытания ядерного оружия в атмосфере привели к быстрому росту загрязнения окружающей среды радиоактивными выпадениями. Этот новый радиационный фактор требовал изучения, осознания и разработки методов защиты. Именно эти задачи стояли перед НИИРГ, когда П.В. Рамзаев и его лаборатория начали заниматься наиболее острым вопросом – глобальными выпадениями в районах Крайнего Севера СССР и их последствиями для здоровья человека. Хотя интенсивность радиоактивных выпадений здесь была ниже, чем в средних широтах, из-за влияния магнитного поля Земли на перенос радионуклидов в атмосфере дозы внутреннего облучения местных жителей оказались значительно выше. Это объясняется радиологическими особенностями Арктики и спецификой рационов питания местных жителей. Изучением этого феномена занялся П.В. Рамзаев и возглавляемая им лаборатория. За восемь лет интенсивных экспедиционных работ был накоплен огромный материал, который в 1968 г. был обобщен в виде докторской диссертации П.В. Рамзаева на тему «Гигиеническое исследование на Крайнем Севере СССР, обусловленное глобальными выпадениями».

Крайний Север Советского Союза (соответствует географо-климатическому определению в границах современной России) весьма велик – от Кольского полуострова до Чукотки и Камчатки, однако название диссертации полностью отражает географические масштабы выполненного исследования (рис. 1). Диссертационная работа П.В. Рамзаева являлась пионерской не только по широте охвата основных заселенных территорий Крайнего Севера, но и по перечню взаимосвязанных радиационно-гигиенических и радиозоологических проблем и задач, которые удалось решить в результате ее выполнения. В частности, с помощью натурных наблюдений, проведенных самим соискателем в полевых условиях (рис. 2), и экспериментов было установлено следующее:

При гигиенической оценке глобальных выпадений необходимо учитывать роль конкретных местных условий, которые могут увеличивать радиационную опасность для животных и человека в десятки и сотни раз, по сравнению с некоторой усредненной для северного полушария величиной.

В северной пищевой цепочке у людей, питающихся олениной, основной вклад в дозу внутреннего облучения вносит ^{137}Cs , а не ^{90}Sr , которому в то время уделялось основное внимание при дозиметрической оценке последствий глобальных выпадений. Доза внешнего облучения от ^{137}Cs примерно в 100 раз меньше дозы внутреннего облучения от этого радионуклида.

В северной пищевой цепочке «лишайник – северный олень – человек» определяющим звеном является лишайник, период полураспада которого от радионуклидов, выпавших из атмосферы, намного больше, чем таковой у сосудистых растений.

Определены константы обмена ^{137}Cs у оленеводов и их взаимосвязь с элементами водно-солевого обмена.

Показана сезонность скорости обмена радионуклида в организме оленеводов.

Хотя дозы облучения оленеводов от ^{137}Cs могут достигать 10-кратного предельно допустимого уровня для населения в целом, приемлемыми являются только те защитные мероприятия, которые не связаны с дополнительными материальными затратами, т.к. явный вред такого облучения, по сравнению с другими факторами вредности, не установлен.



Рис. 1. Пункты, обследованные при выполнении докторской диссертации П.В. Рамзаева. Фотокопия рисунка 1 из диссертации П.В. Рамзаева

[Fig. 1. Areas surveyed during the execution of doctoral dissertation by P.V. Ramzaev. A photocopy of figure 1 in the dissertation by P.V. Ramzaev]



Рис. 2. П.В. Рамзаев (третий справа в верхнем ряду) в одном из сел Крайнего Севера среди оленеводов, 1965 г. Фото из семейного архива

[Fig. 2. P.V. Ramzaev (the third from right in the top row) in one of the villages of the Far North among reindeer herders, 1965. Photo from the family archive]

Необходимо отметить, что в то время в СССР работы по изучению последствий ядерных испытаний имели весьма существенные ограничения в части публичного представления результатов выполненных исследований. Диссертационная работа П.В. Рамзаева не стала исключением. Тем не менее, некоторые материалы, получен-

ные в рамках этого и других исследований, проводившихся в НИИРГ по пищевой цепочке «лишайник – северный олень – человек», удалось впервые представить в форме доклада от коллектива авторов (М.А. Невструева, П.В. Рамзаев, А.А. Моисеев, М.С. Ибатуллин, Л.А. Теплых) на крупном международном радиоэкологическом симпозиуме «Radioecological Concentration Processes», который прошел в Стокгольме (Швеция) в апреле 1966 г. Этот доклад и его публикацию в материалах симпозиума в 1967 г. [1] можно считать отправной точкой начала вхождения П.В. Рамзаева в мировую научную элиту.

Обобщенные результаты исследований П.В. Рамзаева в соавторстве с другими исследователями из НИИРГ по глобальным выпадениям были опубликованы в журналах «Атомная энергия», «Медицинская радиология» «Гигиена и санитария», «International Journal of Radiation Hygiene» [2–6]. Более подробный перечень трудов П.В. Рамзаева приведен в [7]. Особое место среди доступных публикаций занимает монография «Цезий-137 в биосфере», написанная П.В. Рамзаевым в соавторстве с А.А. Моисеевым в 1975 г. [8]. В книге, рассчитанной на широкий круг читателей, большое внимание уделено переносу радиоактивного цезия по пищевым цепочкам в некоторых районах СССР, включая Крайний Север.

Результаты работ П.В. Рамзаева и выводы, полученные при исследовании глобальных выпадений на территории СССР, не потеряли свою актуальность и по сей день. Они использовались для: 1) создания современной модели поведения радионуклидов цезия и стронция в арктических экосистемах [9, 10], 2) анализа последствий так называемых «мирных» подземных ядерных взрывов в Арктике [11, 12], 3) изучения последствий Чернобыльской аварии и разработке мер защиты населения; 4) изучения выпадений радионуклидов цезия на Дальнем Востоке России после аварии на АЭС «Фукусима-1» [13–15].

Чернобыльская авария

В период ликвидации последствий Чернобыльской аварии П.В. Рамзаев возглавил работы по изучению радиационной обстановки и оценке доз облучения населения загрязненных территорий Российской Федерации, разработке защитных мероприятий и регламентаций радиационного воздействия на население вовлеченных территорий. Под его руководством НИИРГ выполнял следующие задачи: 1) всестороннее изучение радиационной обстановки на загрязненных территориях; 2) измерения содержания радионуклидов (вначале йода-131, затем радионуклидов цезия) в организме людей, выехавших или проживавших в районах радиоактивного загрязнения; 3) определение путей формирования дозы облучения населения; 4) разработка мер защиты населения с позиций взвешивания пользы от снижения дозы и вреда от их введения. Отметим, что опыт применения портативных полевых радиометров при исследованиях содержания цезия-137 в организме оленеводов на Крайнем Севере оказался чрезвычайно полезным при организации массового радиометрического обследования жителей территорий, загрязненных радиоактивными выпадениями, летом 1986 г.

Относительно взвешивания пользы и вреда позиция П.В. Рамзаева была особенно принципиальной:

необходимо внедрять только те мероприятия, польза от которых будет больше, чем вред от их проведения, включая экономическую оценку и социально-психологическое воздействие на население. Защитные мероприятия следует проводить, ориентируясь на дозы, которые прогнозируются с использованием наиболее реалистичных данных для прогноза. При этом следует учитывать, что детерминированные эффекты облучения не выявляются при дозах менее 100 мЗв в год и менее 1 Зв за всю жизнь; стохастические эффекты при малых дозах (менее 100 мЗв за жизнь) будут статистически не различимы на фоне спонтанной онкологической заболеваемости [16].

Деятельность НИИРГ по преодолению последствий Чернобыльской аварии и смягчению её воздействия на население базировалась на методических принципах обеспечения реалистических оценок и прогноза радиационной обстановки и доз облучения населения, на основании чего предлагались научно обоснованные взвешенные рекомендации по защите населения. Например, летом 1986 г. на основании реалистического подхода с использованием результатов проведенного в июле – августе 1986 г. обследования жителей на содержание радионуклидов цезия в организме и измерений радиоактивности продуктов местного производства удалось убедить правительство РСФСР в прогнозируемом превышении регламентированного на первый год после аварии временного допустимого уровня облучения населения 100 мЗв/год. Тем самым было предотвращено официально намеченное по консервативному прогнозу массовое переселение в августе – сентябре 1986 г. более 80 тысяч жителей 59 населенных пунктов западных районов Брянской области. Авторитет и аргументированная позиция П.В. Рамзаева сыграли решающую роль в отмене этого необоснованного предложения, сохранив многие годы здоровой жизни тысячам людей.

Осенью 1986 г. ЦК КПСС и Правительство СССР запросили у ученых прогноз медицинских последствий Чернобыльской аварии для населения страны. Методика такого прогноза была разработана в НИИРГ как для России, так и для всего СССР. Эти прогнозы позволили Правительству планировать комплекс мер защиты населения и реабилитации территорий, загрязненных радионуклидами.

В 1987 г. методика и результаты прогноза медицинских последствий аварии были доложены на Всесоюзном симпозиуме «Ближайшие и отдаленные последствия радиационной аварии на Чернобыльской АЭС», подводившем итоги работы научных и практических учреждений здравоохранения по ликвидации последствий аварии в 1986 г. [17]. Представленный прогноз, основанный на реалистичных, а не «консервативных» оценках доз облучения населения и оценках риска радиогенной онкологической заболеваемости, показал практическое отсутствие радиологических последствий для здоровья населения, кроме случаев рака щитовидной железы, обусловленных воздействием радиоизотопов йода в первые дни и недели после аварии, особенно у детей. В то же время отмечалось, что главным вредным последствием Чернобыльской аварии для населения будет психологический стресс от эвакуации и переселения, от проживания вблизи

зоны аварии, от вынужденных ограничений в питании и образе жизни.

Результаты обследования в 1986 г. позволили обосновать такие меры радиационной защиты, как рекомендация ограничения потребления местных пищевых продуктов и проведение дезактивации населенных пунктов. Реализация этих мер снизила накопленную дозу у населения вдвое, что было особенно существенно для наиболее загрязненных населенных пунктов. В то же время специалисты института во главе с профессором П.В. Рамзаевым трезво оценивали негативные последствия ограничительных мер, обеспечивших соблюдение установленных временных пределов доз облучения, но нарушавших привычный уклад жизни населения, изменивших рацион питания и хозяйственное функционирование территории.

Особенно опасным для здоровья защитным мероприятием П.В. Рамзаев считал переселение, которое, по его оценке, вело к трудно переживаемому психоэмоциональному стрессу, сокращающему жизнь переселенца в среднем на 8 лет [18]. Павел Васильевич научно обосновывал, что переселение следует считать оправданным и обязательным при ожидаемых эффективных дозах более 100 бэр (1 Гр) за жизнь или 10 бэр (0,1 Гр) ежегодно в течение 10 лет: «При меньших дозах отселение считать более вредным для здоровья, чем предотвращаемое облучение» [18]. При меньших прогнозируемых дозах должны применяться другие меры защиты населения «под строгим контролем соотношения польза – вред». Он призывал проводить зонирование загрязненных территорий с принятием соответствующих мер защиты только на основе средних доз населения, при этом территорию с эффективной дозой до 1 мЗв в год надо считать чистой зоной, не требующей никакого вмешательства; от 1 до 10 мЗв в год – зоной строгого контроля; от 10 до 100 мЗв/год – зоной возможного отселения и свыше 100 мЗв в год – зоной отчуждения. Конечно, такие взгляды, хотя и подтвержденные авторитетными экспертизами представителей международных организаций, занимающихся радиационной защитой, были весьма непопулярны и вызывали истеричную критику, а сам автор подвергался оскорбительной обструкции.

П.В. Рамзаев активно поддерживал и пропагандировал предложенную НКРЗ в 1988 г. концепцию безопасного проживания на основе предела дозы за жизнь 35 бэр (350 мЗв). Предел дозы 350 мЗв за жизнь примерно удваивал среднюю дозу облучения населения от естественного фона и медицинского облучения, при этом гипотетическое число дополнительных радиогенных раков, рассчитываемое на основе линейной беспороговой модели действия радиации, составляло сотые доли от спонтанного уровня онкологической смертности, то есть не могло быть обнаружено.

Концепция 35 бэр за жизнь была утверждена Минздравом СССР 18 июля 1988 г. Однако впоследствии в силу запугивания населения тенденциозными, пугающими обсуждениями в СМИ последствий аварии, политической борьбы новых партий с использованием тематики Чернобыля на фоне развала государственного строя эта концепция была официально отвергнута решением Верховного Совета СССР 25 апреля 1990 г. Взамен неё в мае 1991 г. был принят закон «О социальной защите граж-

дан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». Защитные мероприятия по снижению уровней облучения (включая отселение), а также меры социального характера (включая льготы и денежные компенсации населению) привязаны в законе к зонированию по плотности загрязнения цезием-137. К зонам радиоактивного загрязнения отнесли территории с плотностью загрязнения больше 1 Ки/км² (37 кБк/м²). Это привело к неоправданному многократному увеличению числа жителей, причисленных к пострадавшим от аварии и к огромному неэффективному расходованию государственных средств, «размазанному» по малозагрязненным территориям, без учета полученного радиационного воздействия – то, против чего всегда выступал П.В. Рамзаев.

Как отмечал академик Л.А. Ильин, руководивший по линии Минздрава работами по минимизации медицинских последствий аварии, вклад П.В. Рамзаева в исследование радиационной обстановки и организацию защитных мероприятий для населения трудно переоценить [19]. Годы, прошедшие после Чернобыльской аварии, подтвердили правоту взвешенного и ответственного подхода П.В. Рамзаева к разработке защитных мероприятий, с учетом научно подтвержденных данных о действии радиации на здоровье человека, качества жизни и экономических последствий для государства.

Развитие методологии гигиенического нормирования

Наряду с экспериментальными исследованиями, П.В. Рамзаева всегда интересовали фундаментальные вопросы гигиенической науки. Прежде всего именно он сформулировал определение радиационной гигиены как совокупности трех составляющих – дозиметрии, радиобиологии и защиты, направленных на охрану здоровья человека. Все эти три направления активно развивались в НИИРГ [20].

Значительное место в творчестве П.В. Рамзаева занимали вопросы гигиенического нормирования и ключевого понятия, лежащего в основе методологии нормирования вредных факторов, – величины здоровья (рис. 3). Основные взгляды по данным вопросам были изложены в серии статей, опубликованных в сборниках научных трудов «Радиационная гигиена» с 1978 по 1990 г. [21–27].

Первоначально была сформулирована общая проблема, стоящая перед специалистами, разрабатывающими гигиенические нормативы, а именно отсутствие общепризнанного определения понятия «здоровье» [21]. По мнению П.В. Рамзаева, все существующие показатели здоровья можно разделить на 3 группы:

- общественно значимые;
- биологические, связь которых с общественно значимыми известна;
- показатели, значение которых пока не известно исследователям.

К общественно значимым показателям предложено отнести: продолжительность жизни, временной интеграл (за всю жизнь) умственной и физической работоспособности, воспроизводство здорового потомства и самочувствие (интеграл за жизнь). Перечень этих показателей, по мнению Павла Васильевича, носит законченный характер,



Рис. 3. П.В. Рамзаев представляет свою концепцию величины здоровья. 1990-е гг.

[Fig. 3. P.V. Ramzaev presents his concept of the magnitude of health. 1990s.]

а величина здоровья, при таком взгляде и подходе может быть представлена в виде некоторой суммы взвешенных между собой перечисленных четырех общественно значимых показателей. В качестве одного из вариантов такого суммирования и взвешивания величина здоровья (Z) в условных годах полноценной жизни может быть представлена в виде в формулы:

$$Z = \frac{0,7(B + P + \Pi + C)}{4}$$

где B — время продолжительности жизни,

P — интеграл работоспособности (умственной и физической) за всю жизнь,

П — воспроизводство здорового потомства,

C — интеграл за всю жизнь уровня самочувствия.

Каждый показатель в данном варианте количественной оценки величины здоровья выражается в %. За 100% принимается 70 лет продолжительности жизни или интеграл среднего уровня работоспособности, самочувствие (в баллах) у людей интактной группы (не подвергающейся воздействию), вероятность (или факт) рождения двух здоровых детей.

Опубликовав такой взгляд на понятие «Здоровье», Павел Васильевич стал основоположником нового научного направления в теории и методологии гигиенического нормирования, а в качестве методологической основы гигиенической оценки пользы и вреда в системе нормирования вредных факторов любой природы предложил

использовать единый общественно значимый показатель – «величину здоровья».

Следующим шагом к развитию теории нормирования стала статья П.В. Рамзаева «Элементы общей теории нормирования в радиационной гигиене» [22]. В данной статье Павел Васильевич полемизирует со сторонниками двух основных принципов нормирования: тех, кто отстаивает наличие порога, и тех, кто стоит на позиции «приемлемого риска». Наличие столь противоположных подходов к нормированию Павел Васильевич объясняет отсутствием общей теории нормирования.

Суть основного принципа нормирования сводится, по мнению Павла Васильевича, к взвешиванию пользы X и вреда Y₂ (затраты на обеспечение норматива) и Y₁ (вред здоровью) и обеспечению доминирования первой над второй, когда: X – (Y₂ + Y₁) = макс. При пороговом нормировании Y₁ в данном уравнении принимается равным нулю, а по приемлемому риску этот же член уравнения выбирается произвольно на уровне 10⁻⁴ дополнительной пожизненной смертности от облучения. В обоих случаях значения остальных параметров, в такой же мере важных, как и Y₂, в теории не уточняются, не взвешиваются. Таким образом, вновь возникает проблема отсутствия единицы взвешивания, то есть нет общей центральной величины для многообразных форм пользы и вреда. Отсутствие такой величины служит главным тормозом в разработке теории нормирования, даже если и известен принцип (взвешивание) и основной его закон (максимизация пользы).

Размышления Павла Васильевича о том, возможна ли вообще одна объединяющая величина для таких качественно различных реальностей, как доза облучения, ущерб здоровью, измеряемый тысячами параметров на тринадцати уровнях организации живой материи (начиная с элементарных частиц до космического уровня жизни), различные виды пользы, имеющие, как правило, стоимостное выражение, вновь привели его к мысли использовать «величину здоровья» в качестве центральной величины.

Подводя итог своим размышлениям по проблеме нормирования, Павел Васильевич писал, что предлагаемая теория нормирования в радиационной гигиене еще не может рассматриваться законченной в своем развитии. Предложены, а скорее названы лишь в первом приближении ее составные элементы. Они устраняют существующие недостатки противоречивых подходов с позиций порога или риска и обобщают их позитивные аспекты. Решение задачи нормирования в рамках этой теории не зависит от того, существует порог или нет, и определяется фактическим ходом зависимости доза – эффект по величине здоровья. На выяснение этой зависимости и должны быть направлены в первую очередь усилия радиационных гигиенистов.

Международная научная деятельность П.В. Рамзаева

На протяжении всего периода своего существования НИИРГ осуществлял активное международное сотрудничество в области радиационной гигиены и радиационной безопасности с международными организациями (МАГАТЭ, ВОЗ, МКРЗ, НКДАР ООН), а также с национальными организациями, институтами и научно-исследовательскими учреждениями более десяти стран мира.

Решающую роль в развитии сотрудничества играло понимание Павлом Васильевичем пользы такого сотрудничества для России и желание представить новые отечественные данные и нормативно-методические разработки мировому научному сообществу.

Как указывалось выше, уже ранняя работа П.В. Рамзаева по гигиенической оценке последствий испытаний ядерного оружия для районов Крайнего Севера СССР, начатая в 1960-х гг., принесла ему международную известность. Аналогичные работы по радиозэкологии ^{137}Cs из состава глобальных выпадений проводили в этот же период специалисты скандинавских стран и Северной Америки. Выступление П.В. Рамзаева на международной конференции в Стокгольме в 1966 г. [1] и публикация серии докладов для НКДАР ООН [26–33] были восприняты зарубежными коллегами с большим интересом и пониманием. В свою очередь, Павел Васильевич оценил полезность контактов с мировым радиологическим сообществом и стремился к ним на протяжении всей своей научной карьеры.

В 1973 г. П.В. Рамзаев как высококомпетентный ученый был представлен от СССР в МКРЗ. В этой неправительственной организации, которая разрабатывает для всего мира основные научные рекомендации по радиационной защите человека и окружающей среды, Павел Васильевич проработал 6 сроков по 4 года, всего 24 года, больше, чем кто-либо из ученых СССР и его стран-наследниц. Широкий научный кругозор и активный интерес к развитию современной радиационной гигиены позволили Павлу Васильевичу последовательно и успешно работать по два срока в Комитете 2 МКРЗ (Дозы излучения), Комитете 1 (Биологические эффекты) и в последние 8 лет быть членом Главной комиссии МКРЗ.

Период работы П.В. Рамзаева в составе Комитета 2 (1973–1981) пришелся на время радикальных изменений в дозиметрии внутреннего облучения. Именно в это время были разработаны модели транспорта радионуклидов в организме человека, которые до сих пор используются для целей защиты персонала во всем мире. Вклад Павла Васильевича в эту работу состоял в предоставлении собственных уникальных данных о коэффициентах всасывания в ЖКТ человека радиологически значимых радионуклидов природного происхождения ^{210}Pb и ^{210}Po [33–35] и количественных данных об обмене ^{137}Cs в организме человека [31].

За время своей работы в МКРЗ Павел Васильевич участвовал в подготовке двух базовых публикаций, МКРЗ-26 и МКРЗ-60, которые носили революционный характер и определили развитие радиационной гигиены в мире на многие десятилетия. В дальнейшем П.В. Рамзаев внедрил новые подходы к радиационной защите и нормированию через понятие эффективной дозы вместо концепции критического органа в отечественное регулирование – в закон «О радиационной безопасности населения» и в Нормы радиационной безопасности НРБ-96 [36], что также было революционным событием для российской атомной промышленности и науки. Лишь недавно началось обновление регулирующих документов стран в духе новой базовой публикации МКРЗ-103.

В работе Павла Васильевича интересовали как отдельные радиобиологические феномены (радиозэкология Арктики и др.), так и общие концептуальные вопросы. Среди них – медико-биологические эффекты малых доз радиации, взвешивание пользы и вреда от радиационного источника, а также описанная выше «теория здоровья». Все эти новые направления радиационной гигиены Павел Васильевич внедрял в исследовательскую работу лабораторий НИИРГ. Научное обоснование величины здоровья как единого обобщенного показателя пользы и вреда, оценки неблагоприятного воздействия на организм человека ионизирующего излучения и связанного с ним единого критерия в системе нормирования ионизирующего излучения и других вредных факторов, нашли свое отражение в ряде публикаций МКРЗ и тем самым – в современной международной системе радиационной защиты.

Сессии МКРЗ проходили один раз в год, и Павел Васильевич готовился к ним очень ответственно, рецензируя проекты документов для обсуждения и готовя собственные к ним предложения. По возвращении он всегда проводил заседания Ученого совета НИИРГ, где подробно докладывал научному составу новости международной науки: содержание основных дискуссий, тенденции развития, обсуждение новых документов МКРЗ и т.д. Обсуждение материалов МКРЗ на заседаниях Ученого совета бывало продолжительным. Благодаря этой просветительской деятельности П.В. Рамзаева научный состав НИИРГ был в курсе новых международных данных и разработок.

П.В. Рамзаев привозил для своей работы и ознакомления научного состава НИИРГ документы МКРЗ и их проекты. Среди них была важная публикация 40 МКРЗ, посвященная реагированию на радиационные аварии. По инициативе Павла Васильевича сотрудники НИИРГ были также знакомы с публикациями НКДАР ООН, в частности 1977 и 1982 гг., где всесторонне были проанализированы вопросы воздействия радиации на организм человека. Знакомство сотрудников НИИРГ не только с отечественными нормативно-методическими документами по этой теме¹, но и с международными пришлось очень кстати, когда в 1986 г. нам пришлось вплотную заниматься вопросами радиационной защиты населения РСФСР после Чернобыльской аварии.

Как члена МКРЗ с большим стажем П.В. Рамзаева неоднократно приглашали в качестве эксперта международные научные организации, он представлял Россию на совещаниях МАГАТЭ, где обсуждались актуальные вопросы радиационной гигиены. Так, в начале 1980-х гг. он участвовал в международной экспертизе научных данных по оценке медицинских последствий атомных бомбардировок в 1945 г. японских городов Хиросимы и Нагасаки. Павел Васильевич подтвердил эти данные своим научным авторитетом после скрупулёзного изучения представленных материалов.

Проработав четверть века в МКРЗ и других профильных международных организациях, П.В. Рамзаев способствовал приходу в их состав достойных ученых-соотечественников. Так, он рекомендовал в Комитет 1 МКРЗ

¹ Основные нормативно-методические документы и критерии реагирования на аварии ядерных реакторов разрабатывались в НИИРГ Ю.О. Константиновым с сотрудниками.

тогда молодого, а сейчас признанного в мире профессора А.В. Аклеева, а в Комитет 2 МКРЗ – своего бывшего сотрудника, а потом ведущего специалиста Украины профессора И.А. Лихтарева. Когда после 24 лет работы Павел Васильевич покинул МКРЗ в 1997 г., его сменил в составе Главной комиссии академик Л.А. Ильин.

Закон «О радиационной безопасности населения» – венец творческой деятельности П.В. Рамзаева

Работу над Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ Павел Васильевич Рамзаев считал делом всей своей жизни. В проекте закона, который он писал лично, были учтены самые передовые научные достижения в области обеспечения радиационной безопасности, а для его продвижения и принятия Государственной Думой большую роль сыграл многолетний авторитет Павла Васильевича как ведущего специалиста страны в области радиационной гигиены. В законе он впервые дал определение понятия «радиационная безопасность населения» как состояния защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения; впервые удалось внедрить понятие эффективной дозы облучения. В соответствии с международными рекомендациями были уменьшены в 2,5 раза значения основных дозовых пределов для персонала, а для населения – в 5 раз по сравнению с ранее действовавшими нормами.

Одним из достижений закона «О радиационной безопасности населения» является включение П.В. Рамзаевым в ст. 13 требования о занесении результатов оценки состояния радиационной безопасности в радиационно-гигиенические паспорта (РГП) организаций и территорий, а в ст. 18 – учета индивидуальных доз облучения, полученных гражданами от всех источников излучения, осуществляющегося в рамках единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз облучения (ЕСКИД). Вот уже 20 лет радиационно-гигиенические паспорта и сборники доз облучения населения Российской Федерации, издаваемые в рамках ЕСКИД, дают наиболее полную, объективную и доступную информацию о характеристике техногенных, медицинских и природных ИИИ и обусловленных ими дозах облучения населения на территории Российской Федерации и отдельных ее субъектов. Радиационно-гигиеническая паспортизация и ЕСКИД стали объективной информационной основой принятия управленческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения Российской Федерации [36–38].

Заключение

Павел Васильевич Рамзаев был патриотом нашей Родины, человеком твердых убеждений, идейным организатором и воспитателем научного коллектива НИИРГ; все свои силы и профессиональные знания он отдавал России. Ведущие специалисты нашей страны отмечают выдающийся вклад Павла Васильевича Рамзаева в теоретическое развитие радиационной гигиены, его последовательность во внедрении научных разработок в документы санитарного законодательства и практическое использование их в сложных условиях Чернобыльской аварии [19, 39, 40].

Творческое наследие П.В. Рамзаева, определяемое списком научных трудов, включает более 150 публика-

ций. Однако в этот список не вошли базовые публикации МКРЗ (26, 30, 45, 60), заложившие на длительный период времени основы обеспечения радиационной безопасности во всем мире. Список научных трудов не включает Закон «О радиационной безопасности населения», разработке и внедрению которого Павел Васильевич посвятил значительную часть времени и усилий и который закрепил современные ключевые принципы и подходы к обеспечению радиационной безопасности, сформулированные в основополагающих международных документах, перенесенные затем в Нормы радиационной безопасности НРБ-96 и значительно развитые в НРБ-99.

Творческое наследие П.В. Рамзаева – это специалисты института радиационной гигиены, прошедшие школу становления в экспериментальных исследованиях, исследованиях Крайнего Севера, аварии на Южном Урале и Чернобыльской аварии, ставшие известными в России и в мире.

Творческое наследие П.В. Рамзаева – это, наконец, Институт радиационной гигиены – ведущее научное учреждение в области дозиметрии, нормирования и защиты, известное во всем мире и с гордостью носящее в настоящее время имя профессора П.В. Рамзаева.

Литература

1. Nevstrueva, M.A., Ramzaev, P.V., Moiseer, A.A., Ibatullin, M.S., Teplykh, L.A., 1967. The nature of ^{137}Cs and ^{90}Sr transport over the lichen–reindeer–man food chain. In: Aberg, B., Hungate, F.P. (Eds.), *Radioecological Concentration Processes. Proceedings of an International Symposium Held in Stockholm 25–29 April, 1966*. Pergamon Press, Oxford, Braunschweig. 1967, pp. 209–215.
2. Рамзаев, П.В. Результаты исследований глобальных выпадений на территории РСФСР / П.В. Рамзаев, М.А. Невструева, Л.А. Ильин, О.Н. Прокофьев, Д.К. Попов, Н.С. Швыдко, Е.Л. Шапиро, А.А. Перова, В.П. Шамов // *Атомная энергия*. – 1969. – Том 26, № 1. – С. 62–64.
3. Рамзаев, П.В. Метаболизм Cs^{137} у человека / П.В. Рамзаев, М.Н. Троицкая, М.С. Ибатуллин // *Медицинская радиология*. – 1969. – № 8. – С. 44–49.
4. Рамзаев, П.В. Радиоэкологические параметры цепочки «лишайник – северный олень – человек» / П.В. Рамзаев, М.Н. Троицкая, М.С. Ибатуллин, А.А. Моисеев, А.И. Нижников, И.М. Дмитриев // *Гигиена и санитария*. – 1970. – №6. – С. 38–42.
5. Троицкая, М.Н. Источники и уровни облучения жителей Крайнего Севера / М.Н. Троицкая, А.П. Ермолаева, Л.А. Теплых, П.В. Рамзаев // *Гигиена и санитария*. – 1985. – № 12. – С. 30–32.
6. Ramzaev, P.V., Miretsky, G.I., Troitskaya, M.N., Dudarev, A.A., 1993. Radioecological peculiarities around the Novaya Zemlya (USSR) atomic test range. *Int. J. Radiat. Hyg.* 1, 1–13.
7. Омельчук, В.В. Профессор П.В. Рамзаев – ученый с мировым именем / В.В. Омельчук, Г.В. Архангельская, И.А. Звонова // *Радиационная гигиена*. – 2014. – Том 7, № 3. – С. 5–8.
8. Моисеев, А. Цезий-137 в биосфере / А.А. Моисеев, П.В. Рамзаев. – М.: Атомиздат, 1975. – 184 с.
9. Travnikova, I.G., Shutov, V.N., Bruk, G.Ya., Balonov, M.I., Skuterud, L., Strand, P., Pogorely, Yu.A., Burkova, T.F. Assessment of current exposure levels in different population groups of the Kola Peninsula. *J. Environ. Radioact.*, 2002, Vol. 60, pp. 235–248.
10. Golikov, V., Logacheva, I., Bruk, G., Shutov, V., Balonov, M., Strand, P., Borghuis, S., Howard, B., Wright, S. Modelling of long-term behavior of caesium and strontium radionuclides

- in the Arctic environment and human exposure. *J. Environ. Radioact.*, 2004, Vol. 74, No. 1–3, pp. 159–169.
11. Miretsky, G.I., Cyganov, A.S., Bylinkin, S.V., Popov, A.O., Ramzaev, P.V., Chugunov, V.V. Hygienic assessment of underground peaceful nuclear explosions in Russian Arctic. In: Extended Abstracts from "The Third International Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic, vol. 2. Tromsø, Norway, June 1–5, 1997". Tromsprodukt AS, Tromsø, 1997, pp. 152–155.
 12. Ramzaev, V., Mishine, A., Kaduka, M., Basalaeva, L., Brown, J., Andersson, K.G. ^{137}Cs and ^{90}Sr in live and dead reindeer lichens (genus *Cladonia*) from the "Kraton-3" underground nuclear explosion site. *J. Environ. Radioact.*, 2007, Vol. 93, pp. 84–99.
 13. Ramzaev, V., Barkovsky, A., Gromov, A., Ivanov, S., Kaduka, M. Epiphytic fruticose lichens as biomonitors for retrospective evaluation of the $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ ratio in Fukushima fallout. *J. Environ. Radioact.*, 2014, Vol. 138, pp. 177–185.
 14. Ramzaev, V.P., Barkovsky, A.N., Gromov, A.V., Ivanov, S.A., Kaduka, M.V. Temporal variations of ^7Be , ^{40}K , ^{134}Cs and ^{137}Cs in epiphytic lichens (genus *Usnea*) at the Sakhalin and Kunashir islands after the Fukushima accident. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2016, Vol. 9, No. 3, pp. 14–27.
 15. Ramzaev, V.P., Barkovsky, A.N., Gromov, A.V., Kaduka, M.V. Fukushima fallout in Sakhalin Region, Russia, part 3: ^{137}Cs and ^{134}Cs in cow's milk. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2018, Vol. 11, No. 3, pp. 40–55.
 16. Ramzaev, P.V. Будущее Чернобыля / П.В. Рамзаев // Сб. науч. трудов «Радиационная гигиена». – Л.: ЛНИИРГ, 1991. – С. 3–11.
 17. Рамзаев, П.В. Прогноз медицинских последствий аварии на ЧАЭС для населения РСФСР / П.В. Рамзаев, Е.В. Иванов, М.И. Балонов, А.Н. Либерман, Г.В. Архангельская // Сб. материалов Всесоюзного симпозиума «Ближайшие и отдаленные последствия радиационной аварии на Чернобыльской АЭС. Итоги работы научных и практических учреждений здравоохранения по ликвидации последствий аварии в 1986 году». – М.: Институт биофизики, 1987. – С. 348–354.
 18. Рамзаев, П.В. Радиационно-гигиеническая политика реабилитации территорий, пострадавших от аварии на ЧАЭС / П.В. Рамзаев // Материалы международного семинара «Проблемы смягчения последствий Чернобыльской катастрофы». Брянск, 1993. – С. 22–26.
 19. Ильин, Л.А. Памяти П.В. Рамзаева / Л.А. Ильин // Сб. науч. трудов «Радиационная гигиена», С-Петербург, 2003. – С. 7–8.
 20. Рамзаев, П.В. Перспективы радиационной гигиены / П.В. Рамзаев, А.И. Бурназян, А.А. Моисеев // Гигиена и санитария. – 1969. – №. 10. – С. 10-12.
 21. Рамзаев, П.В. Величина здоровья как единый критерий в системе нормирования ионизирующих и других вредных факторов / П.В. Рамзаев // Сб. трудов «Радиационная гигиена», 1978. – вып. 7. – С. 61–67.
 22. Рамзаев, П.В. Элементы общей теории нормирования в радиационной гигиене / П.В. Рамзаев // Сб. науч. трудов «Радиационная гигиена». – Л.: ЛНИИРГ, 1981. – С. 3–11.
 23. Рамзаев, П.В. Количественная оценка величины здоровья / П.В. Рамзаев, А.И. Нижников [и др.] // Сб. трудов «Радиационная гигиена». – Л.: ЛНИИРГ, 1980. – С. 14–18.
 24. Рамзаев, П.В. О некоторых общих принципах гигиенического нормирования вредных факторов радиационной и химической природы / П.В. Рамзаев, Н.И. Машнева, Л.Ф. Родионова [и др.] // Сб. трудов «Радиационная гигиена». – Л.: ЛНИИРГ, 1981. – С. 11–19.
 25. Рамзаев, П.В. Принцип взвешивания «польза-вред» и его применение в радиационной гигиене / П.В. Рамзаев, А.Н. Либерман // Сб. трудов «Радиационная гигиена». – Л.: ЛНИИРГ, 1982. – С. 22–29.
 26. Рамзаев, П.В. Структура теории в радиационной гигиене / П.В. Рамзаев // Сб. трудов «Радиационная гигиена». – Л.: ЛНИИРГ, 1984. – С. 12–22.
 27. Рамзаев, П.В. Риск реальный и мнимый / П.В. Рамзаев // Сб. трудов «Радиационная гигиена». – Л.: ЛНИИРГ, 1990. – С. 7–19.
 28. Рамзаев, П.В. Основные итоги радиационно-гигиенических исследований миграции глобальных выпадений в приарктических районах СССР в 1959–1966 гг. / П.В. Рамзаев, А.А. Моисеев, М.Н. Троицкая. – М.: Атомиздат, 1967. – 14 с.
 29. Рамзаев, П.В. Характеристика радиоактивного загрязнения цепочки мох-олень-человек на Крайнем Севере СССР в 1961–64 гг. / П.В. Рамзаев, М.А. Невструева, А.А. Моисеев, Д.К. Попов. – М.: Атомиздат, 1964.
 30. Рамзаев, П.В. Цезий-137 в цепочке мох-олень-человек на Крайнем Севере / П.В. Рамзаев, А.И. Нижников, М.А. Невструева. – М.: Атомиздат, 1969. – 15 с.
 31. Рамзаев, П.В. Статистические параметры обмена цезия-137 у людей / П.В. Рамзаев, М.Н. Троицкая, М.С. Ибатулин. – М.: Атомиздат, 1967.
 32. Попов, Д.К. Концентрация цезия-137 в волосах человека / Д.К. Попов, М.С. Ибатулин, П.В. Рамзаев. – М.: Атомиздат, 1968. – 6 с.
 33. Литвер, Б.Я. Свинец-210 и полоний-210 в приарктических районах восточного Севера. Б.Я. Литвер, Э.М. Крисюк, П.В. Рамзаев [и др.]. – М.; Атомиздат, 1969. – 14 с.
 34. Рамзаев, П.В. К вопросу о возможности использования анализа волос для определения полония-210 в костной ткани и печени человека / П.В. Рамзаев, В.А. Антонова, Н.С. Швыдко. – М.: Атомиздат, 1969. – 8 с.
 35. Литвер, Б.Я. Свинец-210, полоний-210, радий-226, торий-228 в биосфере Крайнего Севера СССР / Б.Я. Литвер, А.И. Нижников, П.В. Рамзаев, Л.А. Теплых, М.Н. Троицкая. – М.: Атомиздат, 1976. – 12 с.
 36. Онищенко, Г.Г. Основные направления обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации на современном этапе / Г.Г. Онищенко, И.К. Романович // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7, № 4. – С. 5–22.
 37. Онищенко, Г.Г. Радиационно-гигиеническая паспортизация и ЕСКИД – информационная основа принятия управленческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения Российской Федерации: Сообщение 1. Основные достижения и задачи по совершенствованию / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, И.К. Романович, А.Н. Барковский, Т.А. Кормановская, И.Г. Шевкун // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 7–17.
 38. Онищенко, Г.Г. Радиационно-гигиеническая паспортизация и ЕСКИД – информационная основа принятия управленческих решений по обеспечению радиационной безопасности населения Российской Федерации: Сообщение 2. Характеристика источников и доз облучения населения Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, И.К. Романович, А.Н. Барковский, Т.А. Кормановская, И.Г. Шевкун // Радиационная гигиена. – 2017. – Т. 10, № 3. – С. 18–35.
 39. Онищенко, Г.Г. Предисловие / Г.Г. Онищенко // Сб. науч. трудов «Радиационная гигиена», 2003, С. 4–6.
 40. Голиков, В.Ю. Творческое наследие П.В. Рамзаева / В.Ю. Голиков // Сб. науч. трудов «Радиационная гигиена», 2003. – С. 9–12.

Поступила: 08.05.2019 г.

Онищенко Геннадий Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, академик Российской академии наук; Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

Звонова Ирина Александровна – доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: ir_zv@bk.ru

Балонов Михаил Исаакович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории радиационной гигиены медицинских организаций Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

Рамзаев Валерий Павлович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории внешнего облучения 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

Репин Виктор Степанович – доктор биологических наук, руководитель отдела здоровья 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: Онищенко Г.Г., Звонова И.А., Балонов М.И., Рамзаев В.П., Репин В.С. Научное наследие профессора Павла Васильевича Рамзаева // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12, № 2 (спецвыпуск). – С. 9-19. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-2s-9-19.

Scientific legacy of professor Pavel Vasilyevich Ramzaev

Gennadiy G. Onischenko^{1,3}, Irina A. Zvonova², Mikhail I. Balonov², Valery P. Ramzaev², Viktor S. Repin²

¹Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Saint-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

³I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

The article describes the main areas of scientific and administrative activities of professor P.V. Ramzaev during his work in the Research Institute of Radiation Hygiene. In particular, the results of a study of global radioactive fallout in the Far North of the USSR, as well as a study of the radiation situation and an assessment of the doses to the public after the accident at the Chernobyl NPP, are presented in a systematic way. The leading role of P.V. Ramzaev in the development of hygienic regulation and in the development of the theory of health is shown. The activities of P.V. Ramzaev in the International Commission on Radiological Protection are discussed in detail. The role of P.V. Ramzaev in the development of the law «On Radiation Safety of the Population» is shown.

Key words: Pavel Ramzaev, radiation hygiene, global fallout, the Chernobyl NPP accident, hygienic norms, International Commission on Radiological Protection.

References

1. Nevstruyeva, M.A., Ramzaev, P.V., Moiseev, A.A., Ibatullin, M.S., Teplykh, L.A., 1967. The nature of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr transport over the lichen-reindeer-man food chain. In: Aberg, B., Hungate, F.P. (Eds.), Radioecological Concentration Processes. Proceedings of an International Symposium Held in Stockholm 25–29 April, 1966. Pergamon Press, Oxford, Braunschweig. 1967, pp. 209–215.
2. Ramzaev, P.V., Nevstruyeva, M.A., Ilyin, L.A., Prokofyev, O.N., Popov, D.K., Shvydko, N.S., Shapiro, E.L., Perova, A.A., Shamov, V.P. Studies of global fallout on Russian territory. Atomnaya Energiya = Atomic Energy, 1969, Vol. 26, No. 1, pp. 62–64 (in Russian).

Irina A. Zvonova

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

Address for correspondence: Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: ir_zv@bk.ru

3. Ramzaev, P.V., Troitskaya, M.N., Ibatullin, M.S. Cs¹³⁷ metabolism in man. *Meditsinskaya radiologiya = Med. Radiol.*, 1969, No. 8, pp. 44–49 (in Russian).
4. Ramzaev, P.V., Troitskaya, M.N., Ibatullin, M.S., Moiseev, A.A., Niznikov, A.I., Dmitriev, I.M. Radioecological parameters of the chain "lichen–northern-deer–man". *Gigiena i sanitariya = Hyg. Sanit.*, 1970, No. 6, pp. 38–42 (in Russian).
5. Troitskaya, M.N., Ermolaeva A.P., Teplykh, L.A., Ramzaev, P.V. Sources and levels of exposure to residents of the Far North. *Gigiena i sanitariya = Hyg. Sanit.*, 1985, No. 12, pp. 30–32 (in Russian).
6. Ramzaev, P.V., Miretsky, G.I., Troitskaya, M.N., Dudarev, A.A., Radioecological peculiarities around the Novaya Zemlya (USSR) atomic test range. *Int. J. Radiat. Hyg.*, 1993, No.1, pp. 1–13.
7. Omelchuk, V.V., Arkhangel'skaya, G.V., Zvonova, I.A. Professor Ramzaev P.V. – scientist of worldwide reputation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2014, Vol. 7, No. 3, pp. 5–8 (in Russian).
8. Moiseev, A.A., Ramzaev, P.V. Cesium-137 in the biosphere. Moscow, Atomizdat, 1975, 184 p. (in Russian).
9. Travnikova, I.G., Shutov, V.N., Bruk, G.Ya., Balonov, M.I., Skuterud, L., Strand, P., Pogorely, Yu.A., Burkova, T.F. Assessment of current exposure levels in different population groups of the Kola Peninsula. *J. Environ. Radioact.*, 2002, Vol. 60, pp. 235–248.
10. Golikov, V., Logacheva, I., Bruk, G., Shutov, V., Balonov, M., Strand, P., Borghuis, S., Howard, B., Wright, S. Modelling of long-term behavior of caesium and strontium radionuclides in the Arctic environment and human exposure. *J. Environ. Radioact.*, 2004, Vol. 74, No. 1–3, pp. 159–169.
11. Miretsky, G.I., Cyganov, A.S., Bylinkin, S.V., Popov, A.O., Ramzaev, P.V., Chugunov, V.V. Hygienic assessment of underground peaceful nuclear explosions in Russian Arctic. In: *Extended Abstracts from "The Third International Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic, vol. 2. Troms, Norway, June 1–5, 1997"*. Tromsprodukt AS, Troms, 1997, pp. 152–155.
12. Ramzaev, V., Mishine, A., Kaduka, M., Basalaeva, L., Brown, J., Andersson, K.G. ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in live and dead reindeer lichens (genera *Cladonia*) from the "Kraton-3" underground nuclear explosion site. *J. Environ. Radioact.*, 2007, Vol. 93, pp. 84–99.
13. Ramzaev, V., Barkovsky, A., Gromov, A., Ivanov, S., Kaduka, M. Epiphytic fruticose lichens as biomonitors for retrospective evaluation of the ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs ratio in Fukushima fallout. *J. Environ. Radioact.*, 2014, Vol. 138, pp. 177–185.
14. Ramzaev, V.P., Barkovsky, A.N., Gromov, A.V., Ivanov, S.A., Kaduka, M.V. Temporal variations of ⁷Be, ⁴⁰K, ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs in epiphytic lichens (genus *Usnea*) at the Sakhalin and Kunashir islands after the Fukushima accident. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2016, Vol. 9, No. 3, pp. 14–27.
15. Ramzaev, V.P., Barkovsky, A.N., Gromov, A.V., Kaduka, M.V. Fukushima fallout in Sakhalin Region, Russia, part 3: ¹³⁷Cs and ¹³⁴Cs in cow's milk. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2018, Vol. 11, No. 3, pp. 40–55.
16. Ramzaev, P.V. The future of Chernobyl. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, Leningrad, LNIIRG, 1991, pp. 3–11 (in Russian).
17. Ramzaev, P.V., Ivanov, E.V., Balonov, M.I., Liberman, A.N., Arkhangel'skaya, G.V. Forecast of the medical consequences of the Chernobyl accident for the population of the RSFSR. Materials of the All-Union Symposium "Nearest and remote consequences of the radiation accident at the Chernobyl NPP. Results of the work of scientific and practical health services on the consequences of the accident in 1986". Moscow, Institute of Biophysics, 1987, pp. 348–354 (in Russian).
18. Ramzaev, P.V. Radiation-hygienic policy of the territories affected by the Chernobyl accident rehabilitation. Materials of the international seminar «Mitigation Problems of the Chernobyl Disaster Effects». Bryansk, 1993, pp. 22–26 (in Russian).
19. Ilyin, L.A. In memory of P.V. Ramzaev. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, St-Petersburg, 2003, pp. 7–8 (in Russian).
20. Ramzaev, P.V., Burnazyan, A.I., Moiseev, A.A. Prospects for radiation hygiene. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and sanitation*, 1969, No.10, pp. 10–12 (in Russian).
21. Ramzaev, P.V. The value of health as a single criterion in the system of rationing of ionizing and other harmful factors. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, 1978, Vol. 7, Leningrad, LNIIRG, pp. 61–67 (in Russian).
22. Ramzaev, P.V. Elements of the general theory of standardization in radiation hygiene. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, Vol. 10, Leningrad, LNIIRG, 1981, pp. 3–11 (in Russian).
23. Ramzaev, P.V., Nizhnikov, A.I. et al. Quantitative assessment of the magnitude of health. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, 1980, Vol. 9, Leningrad, LNIIRG, pp. 14–18 (in Russian).
24. Ramzaev, P.V., Mashneva, N.I., Rodionova, L.F. et al. On some general principles of hygienic rationing of harmful factors of radiation and chemical nature. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, Leningrad, LNIIRG, vol. 10, p. 11–19 (in Russian).
25. Ramzaev, P.V., Liberman, A.N. The principle of weighing «good-harm» and its use in radiation hygiene. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, Leningrad, LNIIRG, 1982, pp. 22–29 (in Russian).
26. Ramzaev, P.V. The structure of the theory of radiation hygiene. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, Leningrad, LNIIRG, 1984, pp. 12–22 (in Russian).
27. Ramzaev, P.V. The real and imaginary risk. In: *Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena»*, Leningrad, LNIIRG, 1990, pp. 7–19 (in Russian).
28. Ramzaev, P.V., Moiseev, A.A., Troitskaya, M.N. The main results of radiation-hygienic studies of the global fallout migration in the arctic regions of the USSR in 1959–1966. Moscow, Atomizdat, 1967, 14 p. (in Russian).
29. Ramzaev, P.V., Nevstruyeva, M.A., Moiseev A.A., Popov, D.K. Characterization of radioactive contamination of the moss-deer-man chain in the Far North of the USSR in 1961–64. Moscow, Atomizdat, 1964 (in Russian).
30. Ramzaev, P.V., Nizhnikov, A.I., Nevstruyeva, M.A. Cesium-137 in the moss-deer-man chain in the Far North. Moscow, Atomizdat, 1969 (in Russian).
31. Ramzaev, P.V., Troitskaya, M.N., Ibatulin, M.S. Statistical parameters of the cesium-137 metabolism in humans. Moscow, Atomizdat, 1967 (in Russian).
32. Popov, D.K., Ibatulin, M.S., Ramzaev, P.V. The concentration of cesium-137 in human hair. Moscow, Atomizdat, 1968, 6 p. (in Russian).
33. Litver, B.Ya., Krisyuk, EM, Ramzaev, P.V. [et al.]. Lead-210 and polonium-210 in the Arctic regions of the Eastern North. Moscow, Atomizdat, 1969, 14 p. (in Russian).
34. Ramzaev, P.V., Antonova, V.A., Shvydko, N.S. To the question of a possible using of the hair analysis for the determination of polonium-210 in human bone tissue and liver. Moscow, Atomizdat, 1969, 8 p. (in Russian).
35. Litver, B.Ya., Nizhnikov, A.I., Ramzaev, P.V., Teplykh, L.A., Troitskaya, M.N. Lead-210, polonium-210, radium-226, thorium-228 in the biosphere of the Far North in the USSR. Moscow, Atomizdat, 1976, 12 p. (in Russian).
36. Onischenko, G.G., Romanovich, I.K. Current trends of the provision for radiation safety of the population of the Russian Federation. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*, 2014, Vol. 7, No. 4, pp. 5–22 (in Russian).

37. Onischenko, G.G., Popova, A.Yu., Romanovich, I.K., Barkovsky, A.N., Kormanovskaya, T.A., Shevkun, I.G. Radiation-hygienic passportization and USIDC-information basis for management decision making for radiation safety of the population of the Russian Federation. Report 1: Main achievements and challenges to improve. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 3, pp. 7–17 (in Russian).
38. Onischenko, G.G., Popova, A.Yu., Romanovich, I.K., Barkovsky, A.N., Kormanovskaya, T.A., Shevkun, I.G. Radiation-hygienic passportization and USIDC-information basis for management decision making for radiation safety of the population of the Russian Federation. Report 2: characteristics of the sources and exposure doses of the population of the Russian Federation. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2017, Vol. 10, No. 3, pp. 18–35 (in Russian)
39. Onischenko, G.G. Preface. In: Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena», St-Petersburg, 2003, pp. 4–6 (in Russian).
40. Golikov V.Yu. The creative heritage of P.V. Ramzaev. In: Collection of Scientific Papers: «Radiatsionnaya Gygiena», St-Petersburg, 2003, pp. 9–12 (in Russian).

Received: May 08, 2019

Gennadiy G. Onischenko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

For correspondence: Irina A. Zvonova – Doctor of Technical Sciences, Chief Research Scientist, Medical protection laboratory, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being (Mira str., 8, Saint-Petersburg, 197101, Russia; E-mail: ir_zv@bk.ru)

Mikhail I. Balonov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Senior Researcher of the Radiation Hygiene Laboratory for Healthcare Bodies of 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

Valery P. Ramzaev – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of External Exposure, 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

Viktor S. Repin – Doctor of Biological Sciences, Head of Healthcare Department, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-Being, Saint-Petersburg, Russia

For citation: Onischenko G.G., Zvonova I.A., Balonov M.I., Ramzaev V.P., Repin V.S. Scientific legacy of professor Pavel Vasilyevich Ramzaev. Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene, 2019, Vol. 12, No. 2 (special issue), pp. 9-19. (In Russian) DOI: 10.21514/1998-426x-2019-12-2s-9-19.