

# ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКОЙ

---

### 10.1. Общие положения по организации и проведению контроля

Основной задачей радиационного контроля является предупреждение вредного воздействия радиации на организм человека и животных, а также на различные объекты природной среды (почву, воду, воздух, растения и т.д.). Имеется в виду неукоснительное (регламентируемое) выполнение санитарно-гигиенических правил и норм, а также радиационной безопасности при:

- размещении объектов, являющихся потенциальными источниками загрязнения объектов природной среды радиоактивными веществами;
- использовании ядерных взрывов в научных и производственных целях;
- удалении и обезвреживании радиоактивных отходов;
- определении допустимых уровней содержания радиоактивных веществ в объектах природной среды и организме человека, а также пределов доз излучения для отдельных лиц и всего населения.

Правила и нормы безопасности населения от воздействия радиоактивных факторов регламентируются санитарным законодательством в виде норм радиационной безопасности и основных санитарных правил (НРБ-76/84, ОСП-72/87 и др.). Транспортировка радиоактивных материалов осуществляется в соответствии с санитарными правилами (СП).

При организации контроля за радиационной обстановкой необходимо придерживаться методических указаний, рекомендаций, инструкций и т.д., например, таких как "Методические указания по контролю за радиоактивным загрязнением сельскохозяйственных угодий, прилегающих к атомным электростанциям" (ЦИНАС, 1990); "Радиогеохимические исследования" (1974) и др.

Радиогеохимические исследования на обширной территории страны проводились, в основном, организациями Министерства геологии и были обобщены в

методические рекомендации (Смыслов, 1974). Они позволили добиться единообразия в методических подходах при контроле и использовании этих работ для радиоэкологических наблюдений загрязнения почв как объекта природной среды.

При проведении радиационного контроля за объектами природной среды целесообразно пользоваться "Методическими рекомендациями по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды" (1980), так как в них нашли отражение основные требования санитарно-эпидемиологического законодательства страны (1984, 1986).

Контроль предполагает два важных мероприятия, выполнение которых регламентирует безопасные условия проживания человека и обитание животного мира: осуществление *предупредительного* и *текущего* контроля. Реализуют их СЭС и ведомственные учреждения.

*Предупредительный надзор* проводится при проектировании и строительстве различных объектов, являющихся потенциальными источниками облучения человека, а текущий контроль – в период их эксплуатации. Подходы в их реализации различны, но цель одна – предупреждение отрицательного воздействия радиационного облучения на человека и животных и загрязнения природной среды радиоактивными веществами.

При *текущем контроле* выполняются четыре основных задачи:

- 1) контроль за производственными отходами предприятий и учреждений, добывающих, производящих или использующих радиоактивные материалы;
- 2) контроль за содержанием радиоактивных веществ в объектах природной среды (воздух, почва, вода, пищевые продукты, исходное растительное сырье) с последующим выявлением основных путей их воздействия на человека и сельскохозяйственных животных (ингаляционный, пероральный);
- 3) определение доз радиоактивного облучения населения (внешнего, внутреннего);
- 4) оценка радиационной обстановки в масштабах области, региона и на территории всей страны с целью информирования органов гражданской обороны и других государственных служб.

Каждая из поставленных задач выполняется определенными методами и способами. Так, например, выполнение второй задачи достигается путем отбора и исследования проб соответствующих объектов природной среды на содержание в них радионуклидов. При этом учитываются:

- характер отходов;
- условия их удаления и особенности распространения применительно к конкретной обстановке.

Проводится измерение доз ионизирующего излучения на местности (при наличии  $\gamma$ -излучателей), для чего используются различные радиометрические и дозиметрические приборы и установки.

Наряду с проведением исследований на местности производят сбор материала, позволяющего выявить особенности, установить закономерности и оценить

значимость влияния различных факторов на процессы миграции радионуклидов из атмосферы, почвы, водоемов в пищевые продукты, на поступление их в организм человека.

В стационарных условиях (лабораториях различного характера) используются радиохимические, спектрометрические и другие методы анализа естественных и искусственных радионуклидов.

Принципы подхода к контролю за объектами природной среды остаются постоянными, однако объем и характер наблюдений изменяются во времени, так как за этим стоят изменения плотности и состава выпадений, удельной значимости различных путей миграции радиоактивных веществ в организм человека и животных во времени.

Несколько иной представляется система контроля при аварийных ситуациях. Она направлена, главным образом, на оперативное выявление интенсивности и масштабов загрязнения, которые представляют опасность для жизни и здоровья людей, оказавшихся в данной (аварийной) зоне, для принятия срочных мер по устранению причин аварии и ликвидации опасности последствий.

При аварийной ситуации, которая может возникнуть на атомных станциях (АЭС Чернобыля, СХК и др.), экстренное дозиметрическое обследование выполняют по аварийному плану, который должен быть составлен заблаговременно на каждой АЭС в соответствии с "Временными методическими указаниями для разработки мероприятий по защите населения в случае аварии ядерных реакторов" (М., 1971, №37211-70). Основные положения контроля за радиационной обстановкой при эксплуатации АЭС определены в "Рекомендациях по дозиметрическому контролю в районах расположения АЭС" (М., 1974, №289/3-74).

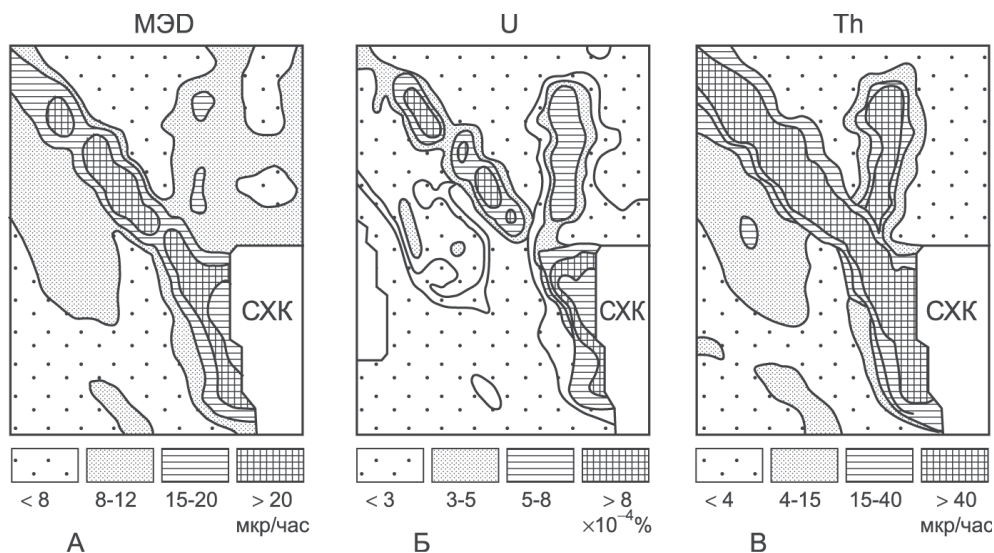
## **10.2. Контроль за глобальным и региональным загрязнением объектов природной среды радиоактивными веществами**

Такой контроль связан с необходимостью всегда иметь сведения о динамике радиационной обстановки, которая возникает в результате загрязнения окружающей среды как в отдельных пунктах и регионах, так и в масштабе всей страны или планеты во времени. Он обеспечивается непрерывным накоплением сведений в практических учреждениях и научных центрах, занимающихся вопросами текущего контроля радиационной безопасности с целью их обобщения и анализа для формирования периодической информации. На основании полученной информации государственными органами производится оценка степени вероятности возникновения отдаленных последствий облучения населения, а в необходимых случаях они используются для разработки соответствующих профилактических мероприятий. Исходные данные получают на основе дозиметрических измерений, а также с помощью определения уровня накопления тех или иных радионуклидов в природных средах. Для этого используются различные приборы, аппараты, установки и самые различные методические приемы.

Измерения могут выполняться в наземном или воздушном, пешеходном или автомобильном и других вариантах. Дистанционные аэро-космометоды имеют некоторые преимущества. Дистанционные методы измерения выполняются в виде гамма-съемки, гамма-спектрометрической съемки в спутниковом, самолетном или вертолетном вариантах. С их помощью имеется возможность исследовать площадные загрязнения на сотнях и многих тысячах км<sup>2</sup>.

Благодаря аэрогамма-съемке (самолет, вертолет) была получена оперативная информация о радиоактивной опасности и степени загрязнения территории различными радионуклидами после аварии на ЧАЭС, СХК (г. Северск). Данные методы контроля широко используются и за рубежом.

Кроме "площадной" возможности, эти методы позволяют в одном полете одновременно регистрировать, в зависимости от типа установленной аппаратуры, значительные количества параметров, благодаря чему возрастает их эффективность по замерам мощности экспозиционной дозы и радионуклидов – урана, тория, калия, цезия-137, натрия-24, кобальта-60, рутения-106 и др. Цифровая информация поступает на магнитную ленту для записи и одновременно для обработки на ПЭВМ. Такая автоматизированная обработка цифровых данных позволяет оперативно воспроизводить их на картах и выдавать последние по мере необходимости. Фрагмент такой съемки отдельно по трем каналам показан на рисунке 10.1.



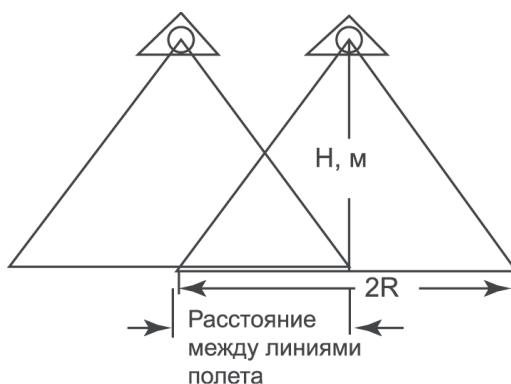
**Рис. 10.1.** Проявления радиоактивного загрязнения воды реки Томь ниже СХК по данным аэрогамма-спектрометрии. Вертолетная съемка 1990–1991 гг., БПГО, г. Новосибирск: А – в канале МЭД фиксируются гамма-излучатели с энергией 0,025–3,0 МэВ; Б – в канале U фиксируются гамма-излучатели с энергией 1,64–2,0 МэВ (<sup>214</sup>Вi и др.); В – в канале Th фиксируются гамма-излучатели с энергией 2,42–3,0 МэВ (<sup>208</sup>Tl, <sup>24</sup>Na и др.)

Высокая эффективность дистанционных методов при радиоэкологических исследованиях была убедительно доказана многолетним использованием их ГПП "Березовгеология", "Сосновгеология", Невским ГПП и др. Они были использованы при аэрогамма-съемке территорий крупных городов Западной Сибири: Новосибирска, Омска, Томска, Красноярска и др. При этом было выявлено значительное количество локальных и площадных аэроаномалий различного происхождения, в том числе 12 с мощностью экспозиционной дозы свыше 1 Р/ч (Пахомов и др., 1996).

В 1995 г. в ВИРГ-Рудгеофизике (г. Санкт-Петербург) создан комплект карт, отражающих радиационную обстановку на территории России по естественным радиоактивным элементам (уран, торий, калий) и мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (Высокоостровская и др., 1996). Сочетание высоты и скорости полета летательного аппарата с расстоянием между профилями его движения позволяет создать полное "покрытие" исследуемой территории без каких-либо "мертвых зон" (рис. 10.2).

Получать качественную и объективную информацию о радиационной ситуации каким-либо другим дозиметрическим методом не представляется возможным, так как при пешеходных маршрутах происходит неизбежная потеря информации, особенно при измерениях дозиметрическими приборами, работающими в режиме накопления. Вследствие этого конечные результаты дозиметрических измерений радиоактивности получаются искаженными и неполными. К тому же наземная пешеходная гамма-съемка значительно более трудоемкая.

Примером такого рода являются исследования, проведенные в районе пос. Черная Речка – Каракозово Томского района в апреле 1993 г., когда из-за потери информации не были локализованы участки загрязнения в непосредственной близости от населенных пунктов, в то время как вертолетная съемка четко их



**Рис. 10.2.** Принципиальная схема аэрогамма-спектрометрической съемки:  $H$  (м) по инструкции – 50–75 м и зависит от характера рельефа. Оптимальная скорость полета 100–140 км,  $R \approx 4H$  (Назаров и др., 1983). Эффективная площадь, с которой приходит 90% информации о гамма-излучении, примерно равна  $1,3 \cdot 10^5 \text{ м}^2$

фиксировала, что впоследствии было идентифицировано на почве прибором СРП-68-01, ДРГ-01Т, и данный факт нашел отражение в официальных документах.

Степень загрязнения почв на данном участке территории по рутению-106 составила 3000 Бк/кг. Конечный результат загрязнения почвы на этой территории был установлен путем сравнительного анализа данных, полученных различными методами радиометрии и дозиметрии.

Особенности проведения таких работ и интерпретация полученных данных наиболее убедительно представлены Н.М. Назаровым с коллегами (1983) на основе дистанционных методов мониторинга радиоактивных загрязнений природной среды, а также в методическом руководстве по аэрогамма-спектрометрическим поискам рудных месторождений (1977) и в книге "Методика и некоторые результаты авиационной гамма-съемки радиоактивного загрязнения..." (СПб., 1994).

Дополнительное оснащение летательных аппаратов устройствами для прокачки атмосферного воздуха через специальные фильтры или иного типа (лазерные и т.д.) позволяет проводить контроль глобального аэрозольного загрязнения атмосферы не только радионуклидами, но и тяжелыми металлами (Hg и т.д.), другими химическими загрязняющими веществами (газы, пыль, органические соединения и т.д.) (Назаров и др., 1983).

За последние годы все настойчивее в дистанционные методы контроля стали внедрять лазерно-оптические системы (лидары и др.). Однако их применение ограничивается тем, что с их помощью можно пока получать лишь качественную характеристику о загрязнителях атмосферного воздуха, так как эти методики сравнительно плохо поддаются стандартизации. Но именно за этими методами будет последнее слово в мониторинге глобального загрязнения.

### **10.3. Контроль за радиационной обстановкой на территориях, прилегающих к объектам ядерного технологического цикла (ЯТЦ)**

В районах расположения АЭС и крупных энергетических реакторов радиохимических предприятий текущий контроль включает в себя полный комплекс наблюдений, то есть проведение систематических измерений радиоактивности всех видов радиоактивных отходов в местах их удаления, дозы  $\gamma$ -излучения на местности (преимущественно под факелом), отбор и исследование проб соответствующих объектов природной среды. Предполагается обязательный контроль за содержанием радионуклидов в организме человека и животных.

Основные положения контроля за радиационной обстановкой при эксплуатации АЭС определены в "Рекомендациях по дозиметрическому контролю в районах расположения АЭС" (М., 1974, №289/3-74).

Кроме дозиметрического контроля, для этих же целей должны собираться сведения, которые могут охарактеризовать особенности условий местности и расположения объекта, особенности проживания населения вблизи объекта.

В зависимости от характера и степени загрязнения подходы к проведению текущего контроля в такой ситуации будут различными. Однако система контроля предусматривает обязательную организацию сети наблюдательных станций, стационарных контрольных участков и постов, что позволяет проводить длительные систематические наблюдения, чтобы обеспечить получение усредненных данных, которые могут охарактеризовать уровень загрязнения объектов природной среды и определить оценочные уровни дозовой нагрузки. Масштабы, объем и характер контроля определяются в зависимости от мощности источников, количества и природы удаляемых (выбрасываемых) радиоактивных отходов, условий их удаления (выбросов), особенностей среды.

Перед проведением текущего контроля (в зависимости от характера загрязнения) определяют:

- объем исследований и необходимую точность результатов контроля;
- количество и виды обследуемых объектов;
- виды контролируемых радионуклидов;
- количество и объем отбираемых проб;
- периодичность отбора проб или же дозиметрических измерений.

Все эти требования определяются важностью задач, стоящих перед проведением текущего контроля, срочностью их решения и уровнем загрязнения объекта.

Так, например, при аварийной ситуации с интенсивным загрязнением окружающей среды первоочередное значение имеет оперативность получения информации. Высокая точность измерения проб на первом этапе является второстепенной задачей. А вот в условиях длительного загрязнения окружающей природной среды относительно малыми концентрациями радионуклидов решающее значение приобретает высокая точность и достоверность их определения. Для этих целей требуется достаточно большое количество проб, чтобы исключить случайные ошибки при оценке степени загрязнения и обеспечить статистическую достоверность полученных результатов. При этом пробы должны быть представительными. Соблюдение этого требования достигается правильным выбором пунктов и способов отбора проб.

Количество контрольных участков и число отбираемых в них проб должны быть такими, чтобы можно было дать пространственную характеристику уровней содержания радиоактивных веществ на данной территории на момент измерения.

Периодичность (частота) отбора проб предусматривается контролем с целью обеспечения сведениями о динамике уровней загрязнения объектов исследования во времени. Она определяется характером источника загрязнения, ритмом поступления радиоактивных веществ в объекты природы, их составом и сезонными особенностями вероятного воздействия загрязнения на человека и животных. При отборе проб главным критерием должен являться их объем, так как он зависит от состава и концентрации радионуклидов, применяемых методов обработки и измерения их активности, а также от необходимой степени точности получаемых результатов на момент измерения.

При всем многообразии требований к отбору проб и их анализу непременным условием должна быть их идентичность во времени и пространстве, так как это ограничивает возможность ошибок при анализе и обобщении результатов.

Для проведения текущего контроля выделяются, как правило, три зоны (Методические указания..., 1990), в пределах которых закладываются стационарные посты наблюдений, при их размещении необходимо учитывать розу ветров:

- зона 1 – санитарно-защитная (СЗЗ) – в радиусе 3–5 км вокруг объекта;
- зона 2 – зона наблюдения (ЗН) – в радиусе 5–35 км;
- зона 3 – зона контроля (ЗК) – в радиусе 35–50 км.

В частности, такие зоны выделены и обозначены условными знаками на СХК (рис. 10.3). В качестве контрольного пункта в условиях СХК принимается населенный пункт Победа (район моста через р. Обь).

Для каждой контрольной зоны регламентируется определенный пункт задач, что отражается ведомственной инструкцией по эксплуатации промышленного объекта.

Так, согласно ведомственной инструкции, в СЗЗ на сельскохозяйственных угодьях проводится гамма-съемка не реже 1 раза в неделю.

В ЗН проводится контроль за уровнем гамма-фона с периодичностью 1 раз в месяц, а в пробах и сельхозпродукции производится определение цезия-137, 134, церия-144 и стронция-90.

В ЗК проводится тот же комплекс наблюдений, что и в ЗН, но значительно реже (1–2 раза в год).

Несколько иной комплекс работ предусматривается инструкциями Госкомгидромета или лабораторией охраны природы Сибирского химического комбината.

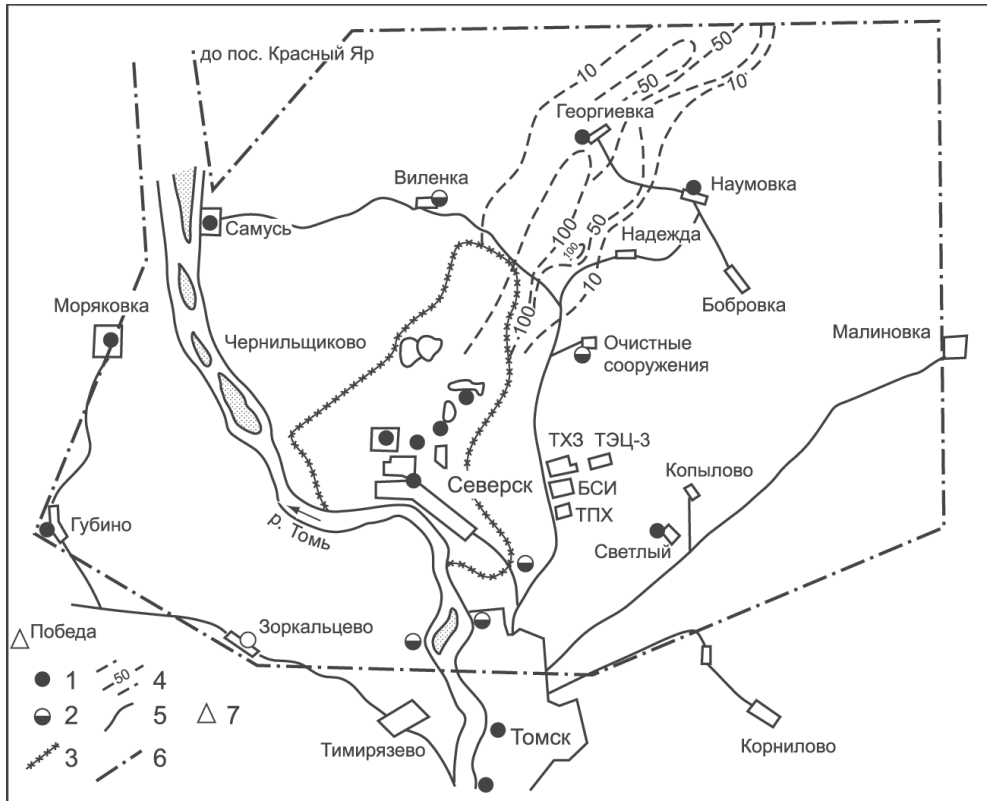
Для оперативного контроля за радиационной обстановкой вокруг предприятий ЯТЦ наиболее предпочтителен автоматизированный вариант системы контроля.

Такие системы сегодня функционируют в ряде регионов. Так, в Литве уже в 1990 г. вокруг Игналинской АЭС контроль окружающей среды осуществлялся такими комплексами. Эта система определяет мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, спектр гамма-излучения и ряд метеопараметров, что позволяет вести автоматизированный расчет распространения радионуклидов с учетом метеоусловий и характеристик радионуклидов в реальном времени. В течение 3 часов информация накапливается, а затем передается на пульт управления. Всего вокруг АЭС было установлено 18 таких постов, расположенных в виде трех поясов (Буткас и др., Гомель, 1990, устное сообщение).

В настоящее время в России внедряется система автоматизированного контроля радиационной обстановки (АСКРО). Существует несколько подходов к ее созданию, отличающихся, главным образом, набором датчиков и программой управления системой.

На наш взгляд, весьма перспективна система радиационного контроля внешней среды, предложенная Институтом теплотехники СО РАН, которая функционирует в г. Новосибирске. Достоинством этой системы является модульное комп-





**Рис. 10.3.** Карта-схема расположения постов автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО): 1 – действующий пост; 2 – планируемый пост; 3 – границы СХК; 4 – след радиоактивного загрязнения местности после аварии на СХК 06.04.1993 г.; цифры – мощность экспозиционной дозы, мкР/ч; 5 – основные дороги; 6 – зона наблюдения СХК; 7 – контрольный пункт (фоновый для СХК)

лектование поста наблюдения, что позволяет измерять большое количество параметров, наращивая те или иные модули.

Система АСКРО предназначена для непрерывного автоматического контроля мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в контрольных точках промышленных зон города и определенных регионов.

Система обеспечивает регистрацию радиоактивного фона, передачу данных, накопленных в регистраторе, в Центр по каналам телефонной или специальной сети, анализ изменений, представление выходных данных в виде цифровых файлов, их передачи по линиям связи, распечатку таблиц, графиков, карт, регистрацию предаварийных и аварийных уровней с включением системы передачи экстренных сообщений.

Система позволяет вести расчет дозовых нагрузок для населения и персонала на контролируемой территории. Предусмотрено дополнение АСКРО датчиками метеостанции.

Состав технических средств системы представлен Центром сбора и обработки информации. Центр сбора и обработки информации оснащается в зависимости от количества контрольных постов и объема поступающих данных одной или несколькими ПЭВМ типа IBM PC. Региональный центр, связанный с пунктами сбора данных, может базироваться на одной ПЭВМ стандартной конфигурации, дополненной контролером телефонного канала.

Режим работы – непрерывный, круглосуточный, с обновлением данных через 1–5 часов (определяется графиком работы Центра), контрольный опрос датчиков – автоматический, без участия оператора, по заданному графику с учетом особенностей наблюдаемого объекта и загрузки сети.

Информационный центр представляет следующие данные:

- карту радиационной обстановки;
- таблицу состояния средств контроля;
- таблицу показаний датчиков;
- таблицу заданных в регистратор предельно допустимых уровней контролируемых параметров и аварийной сигнализации;
- архив изменений мощности дозы излучения в точке расположения каждого регистратора.

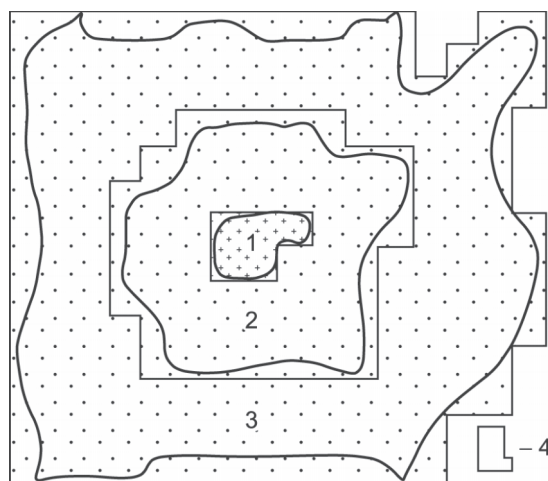
По запросу оператора для любой точки контролируемой территории может выдаваться оценка накопленной дозы гамма-излучения для населения и работающего там персонала. В случае выхода радиационной обстановки за пределы фонового режима делается *автоматическое* сообщение оператору и запись об этом в постоянно хранимом, "нестираемом" массиве данных.

Вывод информации на дисплей ЭВМ, на принтер, по каналу машинной связи в Центр вышестоящего уровня.

Весьма своеобразный подход к проведению контроля за радиационной обстановкой территории с использованием твердотельных трековых, термолюминесцентных, цеолитных и некоторых других детекторов реализуется в предложении сотрудников Сибирского проектного и конструкторско-технологического института Минатомэнергопрома (Петухов и др., 1991), которое показано на рисунке 10.4.

С 1995 г. вокруг территории СХК стал функционировать один из вариантов подобной системы АСКРО, что весьма улучшило систему объективного и непрерывного контроля за радиационной обстановкой в данном районе (рис. 10.3). Результаты наблюдений представляются руководству области и контролирующим службам ежедневно (табл. 10.1).

Однако следует иметь в виду, что контроль по этой сети осуществляется только по  $\gamma$ - и  $\beta$ -излучателям. Несомненно, что в этой системе следует использовать и датчики иного типа для осуществления контроля за  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучателями, а также некоторыми химическими компонентами (уран, фтор, трибутилфосфат и др.).



**Рис. 10.4.** Пример проведения границ между уровнями загрязнения и размещения детекторов: **1** – стационарные радиометры и спектрометры с дистанционным управлением; **2, 3** – пассивные детекторы: трековые, термолюминесцентные, цеолитовые, пробоотборники; **4** – камеральное помещение, лаборатория, пункт дезактивации.

$$T_{\text{изм макс.загр.}} \ll T_{\text{изм макс.загр.}} \ll T_{\text{изм мин. загр.}}$$

**Таблица 10.1.** Пример сводки измерений мощности дозы гамма-излучения автоматизированной системы контроля за радиационной обстановкой в районе СХК по всем постам контроля

Пункт наблюдения	МЭД (ср.), мкР/ч	Ст. отклонение	МЭД (max), мкР/ч час, мин, сек.	Время МЭД (max), день, месяц, год;
ПК №01 Наумовка	9,4	0,74	11,8	30.10.1995; 02:18:32
ПК №02 Самусь	10,3	0,81	12,3	29.10.1995; 22:48:12
ПК №03 Губино	9,6	0,70	11,2	29.10.1995; 22:35:36
ПК №04 Зоркальцево	10,3	0,78	12,3	29.10.1995; 19:44:28
ПК №05 Георгиевка	9,6	0,76	11,2	29.10.1995; 22:55:12
ПК №06 Моряковский затон	8,5	0,65	10,1	29.10.1995; 22:14:32
ПК №07 Малиновка	11,6	0,67	14,6	18.01.1996; 08:39:56
ПК №08 Южная метеоплощадка	10,1	0,67	11,8	29.10.1995; 20:56:40
ПК №09 ТЦГМС	12,5	0,70	14,5	30.10.1995; 08:59:00
ПК №10 Светлый	14,0	0,91	16,2	29.10.1995; 21:15:16

## **10.4. Организация контроля за радиационной безопасностью строительных материалов и жилых помещений**

Природные (естественные) радионуклиды присутствуют во всех объектах окружающей среды и организме человека. Ионизирующее излучение от них создает радиационный фон, воздействию которого человек и биота подвергались в течение всего периода существования. С точки зрения облучения человека, наиболее существенное значение имеют радионуклиды уранового и ториевого семейств (материнские радионуклиды – уран-238, торий-232) и калий-40.

Природные источники ионизирующего излучения вносят наибольший вклад (около 70%) в общую дозу ионизирующего облучения населения от всех воздействующих на него источников ионизирующего излучения. Значительную часть этой дозы человек получает во время нахождения в жилых и производственных помещениях, где, по оценкам Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР ООН), жители промышленно развитых стран проводят около 80% времени. В помещениях человек подвергается воздействию как внешнего гамма-излучения, обусловленного содержанием природных радионуклидов в строительных материалах, так и внутреннего, связанного со вдыханием содержащихся в воздухе дочерних продуктов распада радона (ДПР).

Дозы облучения населения в помещениях зависят от выбора мест застройки, содержания радионуклидов в строительных материалах, конструкции здания. Поэтому имеется принципиальная возможность ограничения облучения населения природными источниками излучения путем вмешательства в сложившуюся практику строительства.

Нормирование содержания природных радионуклидов основывается на общих принципах радиационной защиты, выработанных Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ). В частности, принцип снижения доз облучения до разумно низкого уровня с учетом экономических и социальных факторов полностью применим к нормированию природных радионуклидов.

Гамма-излучение радионуклидов, содержащихся в строительных материалах, создает относительно равномерное облучение организма человека. Мощность дозы гамма-излучения в помещении однозначно связана со средневзвешенной удельной активностью радионуклидов в используемых стройматериалах. Нормирование радиоактивности стройматериалов позволяет ограничить мощность дозы в строящихся зданиях.

Возможности снижения гамма-фона эксплуатируемых зданий весьма ограничены. Такое снижение реально только в тех случаях, когда повышенный уровень фона обусловлен использованием для засыпки перекрытий и территорий около здания материалов с повышенным содержанием природных радионуклидов. Если такой материал входит в состав стен или перекрытий здания, и при этом гамма-фон в помещениях превышает установленные уровни, то единственным защитным мероприятием может быть перепрофилирование или снос здания.

Исследование уровней гамма-фона в жилых помещениях показало, что в большинстве случаев результаты измерений укладываются в диапазон значений, отличающихся от среднего не более чем в 2–3 раза. Только в исключительных случаях, связанных, как правило, с использованием в строительстве отходов урановой промышленности, наблюдаются высокие значения гамма-фона. Поэтому в большинстве стран нормативы на гамма-фон в зданиях отсутствуют. Считается, что сложившаяся практика строительства обеспечивает достаточно низкие уровни гамма-фона. Исключение составляют только США, Канада и Швеция. В США и Канаде приняты следующие критерии: при мощности экспозиционной дозы в помещении более 100 мкР/ч над фоном открытой местности защитные мероприятия необходимы; для значений от 50 до 100 мкР/ч защитные мероприятия могут быть рекомендованы, а при значении менее 50 мкР/ч вмешательства не требуется. В Швеции принято одно значение – 50 мкР/ч. В СССР были приняты более жесткие нормативы: соответственно 33 и 65 мкР/ч (Временные критерии..., 1990).

Организация контроля радиационного качества строительного сырья, материалов и жилых помещений имеет своей целью недопущение превышения установленных нормативных величин, а также разработку и внедрение мероприятий по снижению доз облучения населения.

Контролю подлежат:

- эффективная удельная активность природных радионуклидов в строительном сырье и материалах – для вновь строящихся зданий;
- мощность экспозиционной дозы внешнего гамма-излучения в жилых помещениях общественно-бытового назначения и среднегодовая концентрация радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) в воздухе помещений – для построенных зданий.

При этом должны параллельно функционировать две формы контроля: ведомственный и государственный санитарный.

Государственный санитарный контроль проводит радиологический отдел (отделение) территориальной санэпидемстанции в порядке текущего и предупредительного санитарного надзора.

Определение удельной активности природных радионуклидов в строительных материалах производится гамма-спектрометрическими методами, согласованными со службами стандартизации.

Для общей их оценки вводится радиационно-гигиенический норматив на суммарную удельную активность радионуклидов ( $A_{эфф}$ ).

Мощность дозы внешнего гамма-излучения измеряется дозиметрами, например, типа ДРГ-01Т (детектор-газоразрядные счетчики).

Допускается для ориентировочной оценки мощности дозы использование радиометров (например, СРП-68-01 детектор-сцинтилляционный кристалл NaI). Ориентировочная оценка может быть получена уменьшением показаний такого прибора на коэффициент 0,6–0,8 (различающийся для каждого экземпляра прибора и устанавливаемый путем сопоставления с результатами измерений дозиметрами).

При обнаружении индикаторным прибором превышений мощности дозы в

помещении над фоном открытой местности более чем на 33 мкР/ч измерения следует повторить с использованием прибора типа ДРГ-01Т.

Измерения мощности дозы в помещениях следует проводить на высоте 1 м в центре комнаты, а на открытой местности – не менее чем в 30 м от ближайшего здания на той же высоте.

Результаты измерений на объекте, сдаваемом в эксплуатацию (мощности экспозиционной дозы и концентраций радона), оформляются в виде акта радиационного обследования, один экземпляр которого прилагается к акту Государственной приемочной комиссии по вводу объекта в эксплуатацию, копия направляется в территориальную СЭС.

В актах и отчетах обязательно указываются тип использованных приборов, номер и срок действия свидетельства Госстандарта и примененная для измерений и расчета методика.

## 10.5. Организация и методы контроля за радоном

Основным источником поступления радона в воздух помещений является его выделение из почвы под зданием и из строительных конструкций. При распаде радона образуются его короткоживущие дочерние продукты (ДПР). Вдыхание ДПР приводит к облучению легочной ткани человека (в основном, трахеобронхиальной части). В литературе отмечаются относительно высокие значения доз, получаемых отдельными группами населения за счет ДПР, находящихся в воздухе жилых помещений. В связи с этим проблема радона, включая вопросы нормирования и снижения доз, приобрела существенное значение. Соответствующие нормативы для существующих и проектируемых зданий, рекомендованные МКРЗ и принятые в различных странах, приведены в главе 5 (табл. 5.8). Нормативы России установлены в настоящем документе с учетом международного опыта нормирования.

Наиболее доступная и простая методика определения радона и продуктов его распада основана на использовании аппаратуры метода САН (способ активного налета), разработанной в 1970–1980 гг. и апробированной в практике геолого-поисковых работ (Экспозиционные методы..., 1985). Менее желательны традиционные эманационные методы ввиду большой полевой погрешности эманационных съемок с эманометрами, связанной с временными вариациями и погрешностями пробоотбора. В отличие от классической эманационной съемки с эманометрами, на результаты, полученные с применением метода САН, меньше влияют погрешности, связанные с временными вариациями радона в грунтах, обусловленные сменой метеорологических условий и напряжениями в земной коре, а также устраняются погрешности пробоотбора. Это позволяет с применением метода САН получать хорошо воспроизводимые результаты. Суть метода заключается в установке в грунт на глубине 0,7–1,0 м специальных сорбентов в газопроницаемых контейнерах на срок от 12 до 24 часов. За такой срок в шпурах устанавливается стационарный газовый режим и равновесное соотношение радона и дочерних продуктов его распада, которые накапливаются на сорбентах. После экс-

понирования сорбенты извлекаются из грунта, замеряется их  $\beta$ -активность, по которой рассчитывается содержание Rn в грунте.

В ряде организаций и НИИ разработаны современные средства измерения радиоактивных газов непосредственно в воздухе в режиме кратковременного или долговременного наблюдения. Таковыми являются прибор "Омега" (РЗА-04), разработанный в ГПП "Березовгеология", а также аналогичного типа приборы российских и зарубежных фирм ("Альфа-Квард" и др.). В РНЦ "Курчатовский институт" разработан и испытан прибор РПО-1 типа "Радон-2" для оперативного выявления помещений с высокими значениями эквивалентной активности радиоактивных газов (радона и торона), который позволяет быстро производить первоначальное обследование. Во многих случаях реализуется комплекс средств измерения интегральной объемной активности  $^{222}\text{Rn}$  твердотельными дозиметрами с термолюминесцентными или трековым методами измерения. Так, Радиевый институт (РИ РАН) внедряет метрологически аттестованную методику измерения радона трековым методом с использованием специальных детекторов, размещаемых на 1–2 месяца в помещениях, после чего производится автоматический подсчет треков счетчиком и определяется концентрация радона-222.

Каждый из рекомендуемых методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор этих методов зависит от конкретных задач и условий. Измерения в накопительном режиме предпочтительнее, так как позволяют получать интегрированный показатель объемной активности радиоэлемента, которая весьма сильно подвержена суточным и сезонным колебаниям.

## 10.6. Научно-методическое обеспечение контроля за радиационной обстановкой

В связи с широким спектром загрязняющих радионуклидов и источников их поступления предъявляются особые требования к точности, селективности, достоверности и чувствительности радиационного контроля. Учитывая существующие сложности, радиационный контроль должен носить комплексный характер. Необходима реализация стандартизированного комплекса современных методов радиозоологических исследований.

На сегодняшний день можно считать, что наиболее обоснованными являются методические разработки методов исследования радионуклидов в окружающей среде для оценки радиационной обстановки, прогнозирования развития радиационной ситуации и планирования защитных мероприятий для обеспечения безопасности жизнедеятельности А.Е. Бахура, которые были проведены во Всероссийском институте минерального сырья (ВИМС, г. Москва). Их результаты отражены в докторской диссертации (Бахур, 2008).

Из анализа этих и других материалов видно, что перечень радионуклидов, подлежащих контролю, достаточно велик (табл. 10.2), и его следует и далее расширять за счет включения в число контролируемых компонентов  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ .

Каждая природная среда требует своего специфического подхода как в подготовке, в соответствии с ГОСТами, методическими рекомендациями (МР) и мето-

**Таблица 10.2.** Приоритетный перечень естественных и техногенных радионуклидов для контроля природных объектов

Радионуклид (РН)	Краткая характеристика радиотоксичности	Разработанные методические руководства (МР), метод анализа	Современная аппаратура
Сумма РН: АΣα, АΣβ, МΔγ	Комплексное радиотоксикологическое и химическое воздействие на организм, определяемое преобладающим составом радиоактивных элементов	МР: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 39, 40, радиометрический α-, β-, γ-анализ	УМФ-2000; LB-770; NRR-610; ДКС-96; СРП-88Н и др.
<b>Естественные радионуклиды</b>			
<sup>238</sup> U, <sup>235</sup> U, <sup>234</sup> U	U оказывает политропное радиотоксическое и химическое действие. Патология: почки, легкие (онкология). Депонирование: костные ткани (90%). Период полувыведения из организма (ППВ) – 450 суток	МР: 9, 10, 11, 12, 13, 14, 41, α-спектрометрия с трассером <sup>232</sup> U и радиохимической подготовкой	α-спектрометры; УМФ-2000-SPD; Прогресс-Альфа; ORTEC Oclete/ Ocpl-U0600; Soloist; ионизационные камеры или их аналоги
<sup>232</sup> Th, <sup>230</sup> Th, <sup>228</sup> Th	Ретикулоэндотелиальный тип распределения, адсорбируются на поверхности клеток. Депонирование: легкие, костный мозг, скелет. Патология: опухоли печени, остеосаркомы. ППВ – 68 лет	МР: 15, 16, 17, 18, 19, α-спектрометрия с трассером <sup>234</sup> Th и радиохимической подготовкой	α-спектрометры; УМФ-2000-SPD; Прогресс-Альфа; ORTEC Oclete/ Ocpl-U0600; Soloist; ионизационные камеры или их аналоги
<sup>226</sup> Ra, <sup>228</sup> Ra	Остеотропен. Депонирование: костные ткани. Патология: костей, костного мозга, нервной, сосудистой, эндокринной систем. Остеосаркомы, карциномы. ППВ – 17 лет	МР: 20, 21, 22, 23, 24, 41, №435-ЯФ, γ-спектрометрия, α-β-радиометрия с радиохимией	γ-спектрометры Прогресс; ORTEC-6195-P; УМФ-2000 и др.
<sup>222</sup> Rn, <sup>220</sup> Rn	До 50–80% общей дозы от естественных источников. Ингаляционное поступление. Образует активный осадок: <sup>218</sup> Po, <sup>214</sup> Po, <sup>214</sup> Pb, <sup>214</sup> Bi. Фактор риска рака легких	МР: 37, 38, эманационный; α- или γ-спектрометрический по ДПР <sup>222</sup> Rn	Трековые детекторы; РРА-01М ПОУ-2, РАМОН и др.



Продолжение таблицы 10.2

$^{210}\text{Pb}$	Остеотропен. Депонирование: кости, печень, почки. Источник накопления $^{210}\text{Po}$ . Патология: повреждение мозга, опухоли, онкология	МР: 25, 26, 27, 28, $\alpha$ - $\beta$ -радиометрия и $\alpha$ -спектрометрия с трассером $^{210}\text{Pb}+^{210}\text{Po}$ и радиохимической подготовкой	Низкофоновые $\alpha$ - $\beta$ -радиометры УМФ-2000; LB-770 Berthold; NRR-610 Tesla; HT-1000 Canberra или их аналоги
$^{210}\text{Po}$	Возгоняется при температуре горения. Депонирование: легкие, почки, кровь, лимфоузлы. Патология: печень, нефросклероз, гиперплазии, онкология. ППВ – 80 суток	МР: 25, 26, 27, 28, $\alpha$ - $\beta$ -радиометрия и $\alpha$ -спектрометрия с трассером $^{210}\text{Pb}+^{210}\text{Po}$ и радиохимической подготовкой	Низкофоновые $\alpha$ - $\beta$ -радиометры УМФ-2000; LB-770 Berthold; NRR-610 Tesla; HT-1000 Canberra или их аналоги
Техногенные радионуклиды (ТРН)			
$^{239+240}\text{Pu}$ , $^{238}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Pu}$	ТУЭ, особо опасны. "Чуждые" для живой природы. Депонирование: в костях. Патология: остеосаркомы, лейкемия, печень. Ингаляционное поступление – рак легких. $^{241}\text{Pu}$ – источник $^{241}\text{Am}$ . ППВ – до 2000 лет	МР: 34, 35, $\alpha$ -спектрометрия с трассером $^{242}\text{Pu}$ или $^{236}\text{Pu}$ и радиохимической подготовкой	$\alpha$ -спектрометры; УМФ-2000-SPD; Прогресс-Альфа; ORTEC Oclete/Ocpl-U0600; Soloist; ионизационные камеры или их аналоги
$^{241}\text{Am}$	ТУЭ, особо опасен. "Чуждый" для живой природы. Увеличение активности в природе. Депонирование: в костях. Патология: ЖКТ, кости, печень, почки, легкие. ППВ – 100 лет	МР: 36, $\alpha$ -спектрометрия с трассером $^{243}\text{Am}$ и радиохимической подготовкой	$\alpha$ -спектрометры; УМФ-2000-SPD; Прогресс-Альфа; ORTEC Oclete/Ocpl-U0600; Soloist; ионизационные камеры или их аналоги
$^{243+244}\text{Cm}$	ТУЭ, особо опасен. "Чуждый" для живой природы. Равномерно распределяются по поверхности костных тканей. Патология: костные ткани, легкие, ЖКТ. ППВ – до 100 лет	МР: 36, $\alpha$ -спектрометрия с трассером $^{243}\text{Am}$ и радиохимической подготовкой	$\alpha$ -спектрометры; УМФ-2000-SPD; Прогресс-Альфа; ORTEC Oclete/Ocpl-U0600; Soloist; ионизационные камеры или их аналоги

## Окончание таблицы 10.2

$^{90}\text{Sr}$	ОПД, широко распространен. $\beta$ -излучатель. Растворим. Остеотропен. Патология: костные ткани, легкие, ЖКТ. Замещает стабильные Sr и Ca. Лейкемия, рак костей. ППВ – около 50 лет	МР: 29, 30, 31, $\beta$ -радиометрия (спектрометрия) с радиохимической подготовкой	Низкофоновые $\alpha$ - $\beta$ -радиометры УМФ-2000; LB-770 Berthold; NRR-610 Tesla и др.
$^{137}\text{Cs}$	ОПД, широко распространен. $\beta$ - $\gamma$ -излучатель. Растворим, равномерное распределение в теле, внешнее облучение. Патология: печень, селезенка, ЖКТ. ППВ – 110 сут.	МР: 32, 33, №409-ЯФ, $\gamma$ -спектрометрия с радиохимией или инструментально	$\gamma$ -спектрометры Прогресс-Гамма; ORTEC-6195-P и др.
РЧ – радиоактивные частицы ("горячие частицы")	Смешанный радионуклидный состав, небольшие размеры (менее 50 мкм). Опасны при ингаляционном поступлении, создают мощные локальные дозы облучения в легких. Высокий риск рака легких. В природных условиях постепенно разрушаются, высвобождая трансурановые и осколочные элементы в подвижных, более доступных для растений формах	МР: 39, 40, $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ -авторадиографический анализ с подготовкой препаратов. Электронно-микроскопические методы (МУ НСОММИ)	Пленочные рентгеновские, трековые детекторы; микроскопы; анализатор изображения; электронные микроскопы РЭМ BS-301; ПЭМ BS-540 (Tesla) и др.

дическими указаниями (МУ), так и в выборе средств и методик измерения (рис. 10.5–10.7).

Разработанный Бахуром комплекс методов по радиоэкологическому контролю включает в себя 41 методику, апробированную в различных природно-ландшафтных условиях на объектах природного (урановые месторождения) и техногенного (ЧАЭС и др.) характера.

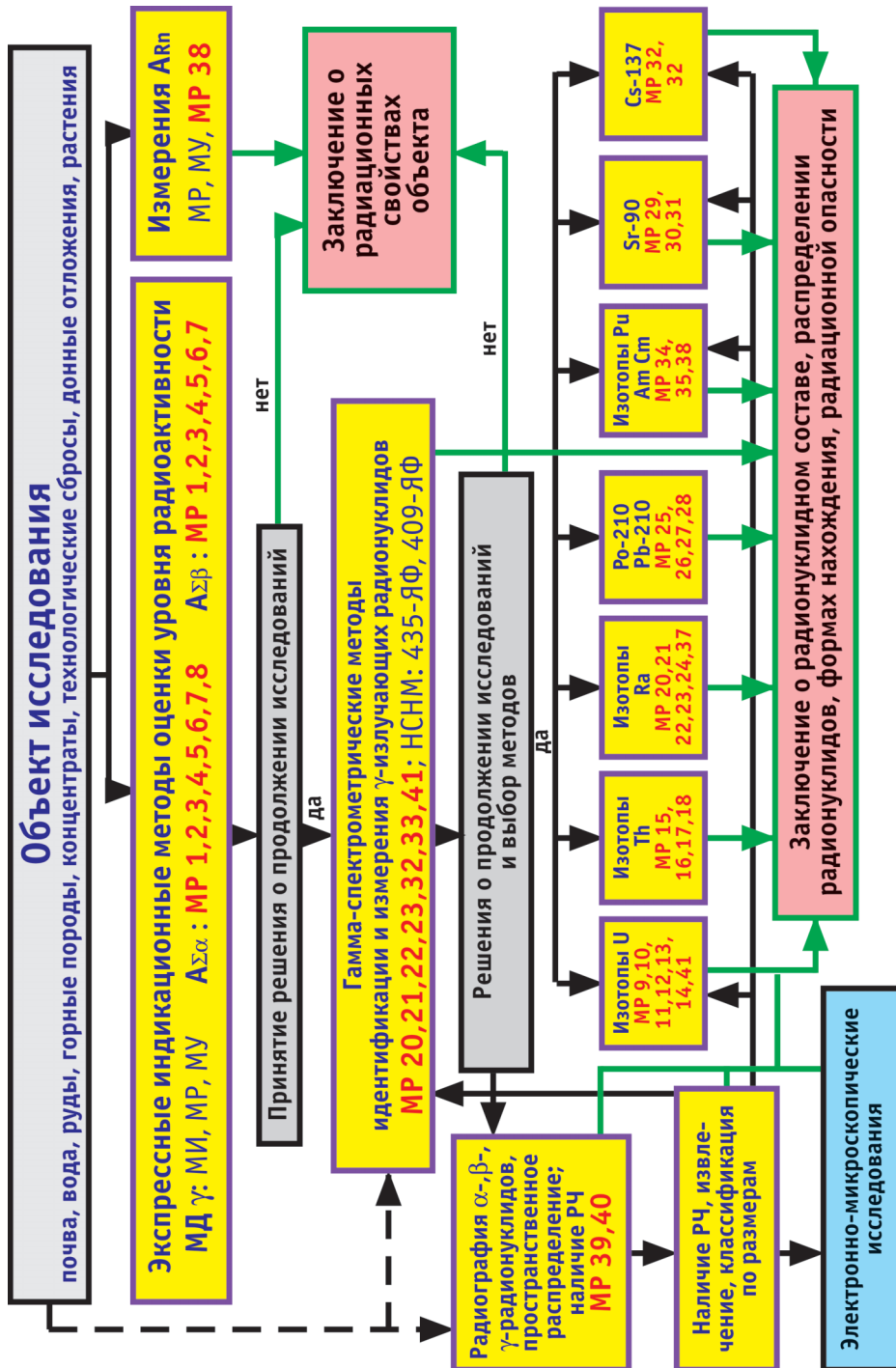


Рис. 10.5. Обобщенная блок-схема комплексных радионуклидных, радиографических и электронно-микроскопических исследований объектов (по А.Е. Бахур, 2008)

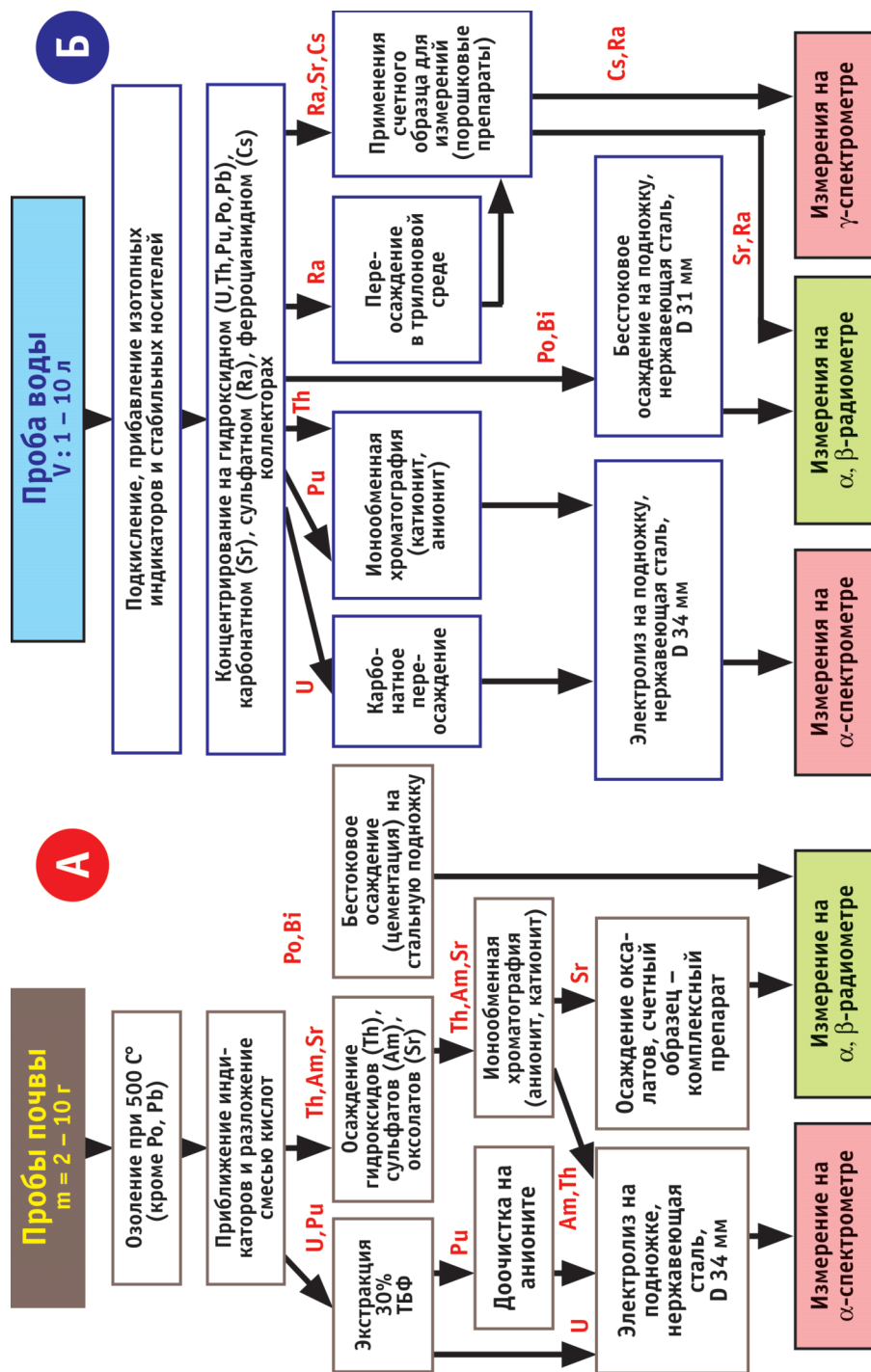


Рис. 10.6. Блок-схемы последовательности выполнения радиохимического анализа основных радиоактивных изотопов в пробах почв, горных пород (А) и природных вод (Б) (по А.Е. Бахур, 2008)

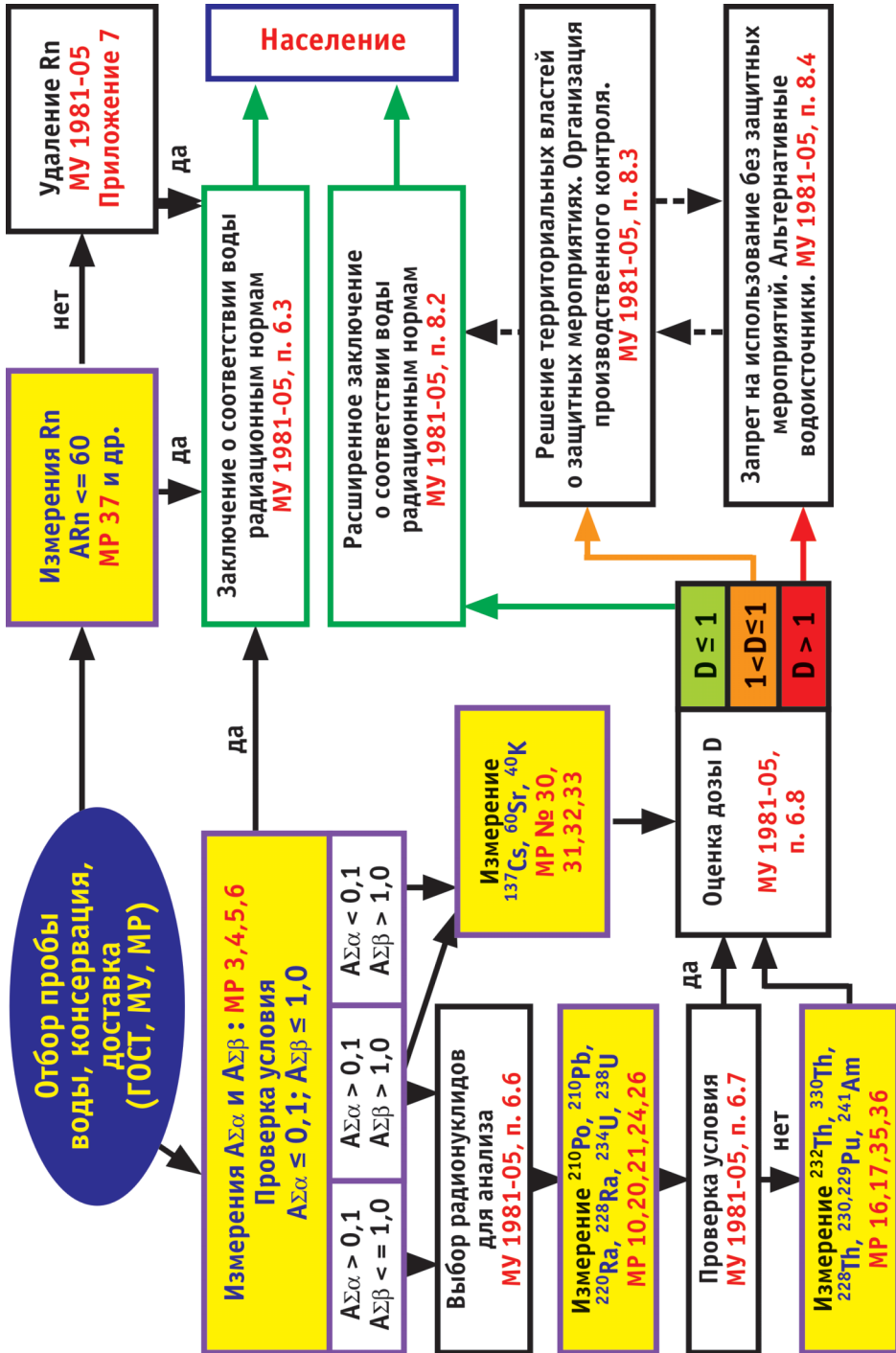


Рис. 10.7. Система радиационного контроля природных вод питьевого назначения в Российской Федерации (по А.Е. Бахур, 2008)

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

Вопросы, затронутые в учебном пособии, освещают как самые общие взаимосвязанные проблемы радиоэкологии, так и их региональные аспекты.

По каждому из них имеется большое количество публикаций, и по каждому природному объекту обсуждаются радиоэкологические вопросы: радиоэкология моря, радиоэкология почв, радиоэкология растений, радиоэкология животных и т.д.

У каждого из этих направлений свои цели, задачи исследования и даже законы. Автором сделана попытка подвести читателя к пониманию весьма сложной и важной проблемы, с которой человек в своей реальной жизни сталкивается постоянно.

С момента открытия радиоактивности и ее носителей – радиоактивных элементов – прошло всего 111 лет, вопросы, связанные с ними, были и еще долгое время будут актуальнейшей проблемой человеческого общества.

Человек должен понимать, что радиоактивность – это одно из фундаментальных свойств материи. Она была, есть и будет всегда в природе, независимо от нашего сознания.

К сожалению, уникальное свойство радиоактивных элементов – выделять колоссальную энергию – было использовано не должным образом. Оно было реализовано для создания оружия массового поражения. И как тут не вспомнить пессимистическое высказывание Жюль-Батиста Ламарка, сделанное в 1804 г.: "...назначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания". Однако здравый человеческий смысл восторжествовал. Он повернулся лицом к мирному использованию радиоактивных веществ.

Работа предприятий ядерной энергетики ЯТЦ во всем мире является потенциально высокоопасной, так как в процессе своей деятельности в окружающую среду выбрасываются радиоактивные и сопутствующие им компоненты, которые могут оказывать отрицательное воздействие на состояние биоты и здоровье человека.

Сегодня степень радиационного воздействия на человека в результате деятельности производств ЯТЦ и других техногенных радиационных факторов оценивается специалистами неоднозначно. Существует мнение, что такого воздействия нет, и его долю трудно определить среди других неблагоприятных экологических факторов. Однако появившиеся в последнее время материалы медико-биологических и биодозиметрических исследований, в том числе те, которые представлены в данном учебном пособии, показывают, что фактор радиационного воздействия существует.

Изменение радиационной обстановки, связанное с широким использованием радиоактивных элементов как на локальном, так и на глобальном уровнях, требует неотложной оценки радиационных рисков как от техногенных, так и от природных факторов.

Необходимо решать проблему природных и техногенных радиоактивных газов, консервации и захоронения отходов ядерных производств, ограничения их распространения. Целесообразно рассмотреть вопрос об отказе от замкнутого топливного цикла, при котором образуется большое количество радиоактивных отходов.

Принятая на вооружение технология получения атомной энергии должна быть модернизирована и переведена на более безопасный, экологически и экономически приемлемый уровень. Необходимо вести поиски и разработку альтернативных вариантов развития как ядерной, так и неядерной энергетики. Предлагаются альтернативные варианты технических решений, в том числе и по реализации уран(плутоний)-ториевого топливного цикла.

Автор глубоко убежден, что каждый человек имеет право знать о реальной экологической, в том числе и радиационной обстановке, о возможном потенциальном риске его проживания в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла.

Автор поддерживает точку зрения о том, что современным антиядерным движениям в России и других странах необходимо бороться не с естественным ходом человеческой истории, который немислим без познания и практического освоения природы, а с теми явлениями, которые направляют новейшие научные открытия на эгоистическую защиту интересов отдельных социальных групп, кланов и государств.

Опасения по поводу вовлечения в человеческую практику энергии ядра должны преодолеваются не только высокими требованиями к технологической безопасности, но и высокими требованиями к моральной ответственности общества на всех уровнях его организации.

---

## ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

---

**Активация** – ядерный процесс, при котором под действием ядерного излучения неактивные (стабильные) элементы превращаются в радиоактивные.

**Активная зона** – пространство ядерного реактора, в котором осуществляется цепная реакция деления ядер тяжелых элементов.

**Актиноиды** – семейство из 15 химических элементов с атомными номерами от 89 (актиний) до 103, включающее уран и трансурановые элементы.

**Активность** – отношение среднего числа радиоактивных превращений в определенном количестве радиоизотопа к интервалу времени, за который они произошли. Количество атомов, распадающихся в единицу времени. Чаще всего выражаются в единицах Кюри (Ки), Беккерелях (Бк).

**Альфа-излучение ( $\alpha$ -излучение)** – корпускулярное непосредственно ионизирующее излучение, состоящее из альфа-частиц, возникающих при ядерном превращении.

**Альфа-частица ( $\alpha$ -частица)** – ядро атома гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов, испускаемое ядром атома при некоторых ядерных превращениях.

**Анемия** – малокровие (характеризуется снижением гемоглобина в эритроцитах).

**Аномалия** – любое отклонение от нормы или общей закономерности.

**Атом** – название, предложенное за 470 лет до н.э. для обозначения мельчайших частиц химических соединений. Состоит из ядра и окружающих его электронов.

**Атомная электростанция (АЭС)** – электростанция, вырабатывающая электроэнергию не за счет сжигания ископаемого топлива, а за счет деления атомных ядер.

**АСТ** – атомная станция теплоснабжения.

**Аэрозоль** – смесь газообразного вещества с тонкодисперсными, в том числе наноразмерных уровней, жидкими или твердыми компонентами.



**Безопасность радиационная** – мероприятия, направленные на предохранение производственного персонала и населения от ионизирующего излучения.

**Беккерель (Бк)** – единица измерения скорости радиоактивного распада (активности) атомных ядер, соответствует одному распаду в секунду.

**Бета-излучение ( $\beta$ -излучение)** – корпускулярное непосредственно ионизирующее излучение, состоящее из электронов, испускаемых при ядерном превращении.

**Бета-частица ( $\beta$ -частица)** – отрицательно (электрон) или положительно (позитрон) заряженная частица, испускаемая из ядра атома при бета-превращении.

**Биодозиметрия** – методы определения эффективных эквивалентных доз облучения человека по числу хромосомных aberrаций в крови человека, по количеству электронных центров в эмали зубов и другим показателям, интенсивность проявления которых зависит от дозы радиоактивного облучения.

**Биоиндикаторы** – организмы, которые реагируют на загрязнение окружающей среды изменением признаков, что позволяет прогнозировать ситуацию с загрязнением на основе измерения этих изменений.

**Биота** – совокупность организмов, населяющих какой-то произвольно выбранный регион вне зависимости от функциональной и исторической связи между собой.

**Биоценоз** – совокупность организмов (растений, животных, грибов, микроорганизмов), связанных друг с другом взаимной зависимостью и взаимным влиянием.

**Бэр (биологический эквивалент рентгена)** – внесистемная единица биологической дозы (независимо от вида излучения), которая оказывает на человека такое же биологическое действие, как 1 Р (рентген) рентгеновского излучения.

**Витрификация** – 1. Переход в стеклообразное состояние в результате плавления.  
2. Процесс перевода сильнорадиоактивных продуктов распада в стекловатое вещество, устойчивое к коррозии, с целью захоронения.

**Высокоактивные отходы** – сильнорадиоактивные продукты, получаемые при переработке выгоревшего ядерного топлива после активации и реакций ядерного деления, производящих тепло в ядерном реакторе.

**Гамма-излучение ( $\gamma$ -излучение)** – электромагнитное излучение с высокой энергией фотонов, возникающее при распаде ядер атомов.

**Гамма-спектрометр** – прибор, определяющий спектральное распределение (зависимость числа импульсов от энергии гамма-излучения). Служит для определения гамма-излучающих радионуклидов.

**Гемоглобин** – вещество, придающее крови красный цвет и присутствующее в красных кровяных тельцах (эритроцитах); осуществляет перенос кислорода.

**Геморрагия** – то же, что кровотечение.

**Гиперплазия** – усиленное размножение клеток и образование новых структур.

**Горячие частицы** – частицы радиоактивных выпадений размером в несколько

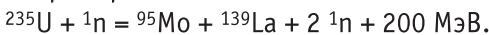
микрометров или меньше, активность которых на несколько порядков превышает активность основной части выпавших радиоактивных осадков.

**Грэй** – единица СИ поглощенной дозы, обозначение – Гр, соответствует поглощенной энергии в 1 Дж/кг.

**Дезактивация** – удаление радиоактивных веществ или очистка от них.

**Деление (расщепление) ядер** – наступающее самопроизвольно или под действием бомбардирующих частиц расщепление ядер атомов, как правило, на две части (осколка); особо важную роль играет расщепление нейтронами ядер (урана-235), на котором основано действие ядерных реакторов.

**Деление атомных ядер** – экзотергический распад атомного ядра на два или большее число осколков. Может происходить спонтанно или в результате захвата энергетической частицы, обычно нейтрона, в реакторе ядерного деления, например:



**Детектор** – устройство для регистрации чего-либо, например, альфа-, бета-, гамма- или нейтронного излучений.

**ДК<sub>6</sub>** – допустимая концентрация радионуклида в атмосферном воздухе или воде.

**ДНК** – дезоксирибонуклеиновая кислота. Макромолекула, которая определяет строение и функцию клеток, и в которой закодирована генетическая информация.

**Доза облучения для органа** – доза облучения, которую воспринял определенный орган тела человека.

**Дозиметр** – прибор для измерения доз ионизирующей радиации и активности радиоактивных веществ.

**Дочерний продукт** – стабильный или радиоактивный нуклид, возникающий при распаде исходного материнского радионуклида; иногда образуется цепочка последовательных радиоактивных дочерних продуктов.

**Единица Махе** –  $3,64 \cdot 10^{-10}$  Ки; в таких внесистемных единицах выражают количество радона в литре воды или воздуха. Устаревший термин.

**Естественная радиация** – радиация окружающей среды, обусловленная излучением природных радиоактивных элементов и космических лучей.

**Загрязнение радиационное** – вызванное действием ионизирующих излучений.

**Загрязнение радиоактивное** – форма физического загрязнения, связанного с превышением естественного уровня содержания радиоактивных веществ в среде.

**Замедлитель** – материал, используемый в активной зоне ядерного реактора для уменьшения энергии (скорости) нейтронов, образующихся в результате деления атомных ядер.

**Зиверт** – единица СИ эквивалентной дозы облучения. Представляет собой поглощенную дозу (в греях), умноженную на коэффициент, учитывающий способность данного вида излучения повреждать органы или ткани организма. Обозначение – Зв.

**Излучение, радиация** – испускание и распространение энергии в виде волн или частиц. Этот термин часто используют применительно к ионизирующему излучению.

**Изотоп** – разновидность одного и того же элемента, имеющая одинаковое число протонов, но разное число нейтронов в атоме.

**Инкорпорация вредных веществ** – поглощение вредных, например, радиоактивных веществ, попадающих внутрь организма с воздухом, пищей, питьем либо через поры кожи. Многие радиоактивные вещества, находясь вне человека, способны причинять лишь незначительные радиационные поражения ввиду малой дальности действия альфа- или бета-излучения. Но будучи инкорпорированы, они представляют большую опасность.

**Ион** – атом или группа атомов с электрическим зарядом.

**Ионизация** – процесс выбивания электронов из атомов или молекул, в результате которого эти нейтральные частицы превращаются в заряженные ионы.

**Ионизирующего излучения измерение** – интенсивность ионизирующего излучения может быть определена с помощью измерительных приборов на основе его свойства образовывать в материале ионные пары и таким образом отдавать свою энергию. Дозиметрами измеряют дозу облучения, получаемую за определенный интервал времени; счетчиками Гейгера – мгновенную интенсивность излучения. Для определения радиоактивного загрязнения почвы и продуктов питания (например, после аварий на реакторах) требуется применение дорогостоящих измерительных приборов, таких как гамма-спектрометры.

**Ионизирующее излучение (радиация)** – излучение с высокой энергией, вызывающее ионизацию.

**Ионы** – электрически заряженные атомы или группа атомов.

**Ишемический** – испытывающий недостаток кровоснабжения.

**Йод радиоактивный** – радиоактивные изотопы йода  $^{129}\text{I}$  и  $^{131}\text{I}$ . Принадлежат к важнейшим искусственным радионуклидам, определяющим радиозологическую ситуацию.

**Канцерогенный** – вызывающий злокачественные новообразования.

**Коллективная доза** – термин, часто используемый для обозначения коллективной эффективной дозы.

**Коллективная эквивалентная доза** – произведение от умножения средней эквивалентной дозы, полученной группой подвергшихся облучению людей, на число людей в этой группе.

**Коллективная эффективная доза** – произведение от умножения средней эффективной дозы, полученной группой людей или населением от какого-либо источника радиации, на число людей в этой группе. Единица СИ: человеко-зиверт.

**Космическое излучение** – поток элементарных частиц и ядер атомов, приходящих на Землю из космического пространства.

- Критическая группа** – подгруппа людей, испытавших наибольшее воздействие от данного выброса радиоактивных веществ.
- Кюри (Ки)** – единица радиоактивности: количество радиоактивного вещества, в котором распадается  $3,7 \cdot 10^{10}$  атомов в секунду. Соответствует активности 1 г Ra.
- Легководный реактор** – ядерный реактор, в котором используется обычная ("легкая") вода в качестве замедлителя нейтронов и теплоносителя.
- Лейкемия** – болезнь крови (разновидность рака), при которой образуется аномальное количество неполноценных белых кровяных телец, неспособных выполнять свою функцию.
- Лейкоцит** – белое кровяное тельце.
- Лимфа** – жидкость, заполняющая межклеточные пространства и лимфатические сосуды.
- Лимфолейкоз** – разновидность хронического лейкоза (поражается иммунокомпетентная ткань).
- Лимфоцит** – белое кровяное тельце с большим ядром без зернышек в плазме.
- Лучевая болезнь** – относится к острым радиационным поражениям.
- Материнский радионуклид** – радионуклид, производящий дочерний нуклид при радиоактивном распаде.
- Мейоз** – способ деления клеток, в результате которого происходит уменьшение числа хромосом в два раза.
- Метод ЭПР** – метод определения эквивалентной дозы облучения с помощью электронного парамагнитного резонанса.
- Микроядра** – фрагменты ядра клетки, образующиеся в результате неверного (аномального) расхождения хромосом во время деления (митоза) клеток.
- Микроядерный тест** – цитогенетический тест, позволяющий оценивать количество аномальных клеток в крови, является индикатором влияния мутагенных факторов внешней среды (радиация, химическое загрязнение и др.) на организм человека.
- Митоз** – деление клеток.
- МКРЗ** – международная комиссия по радиационной защите.
- Мониторинг** – слежение во времени за какими-либо объектами или явлениями.
- Мощность дозы** – поглощенная доза за единицу времени.
- Мутаген** – вещество, способное вызывать мутации или хромосомные aberrации.
- Мутация** – быстрое и устойчивое изменение наследственных свойств, одного или нескольких признаков, наступает спонтанно либо под влиянием химических или физических факторов.
- Нейтрон** – частица, не имеющая электрического заряда, масса которого приблизительно совпадает с массой протона.
- Некроз** – омертвление участка тканей живого организма.
- Низкоактивные отходы** – радиоактивные отходы атомной электростанции и других предприятий с довольно низкой активностью (менее  $4 \cdot 10^9$  Бк на тонну по

альфа-частицам или  $1,2 \cdot 10^{10}$  Бк по бета-гамма-излучению), что позволяет производить прямой сброс или простое захоронение.

**НКРЗ** – национальная комиссия по радиационной защите.

**Нуклид** – изотоп какого-либо элемента, характеризующийся определенным суммарным количеством и соотношением протонов и нейтронов (иногда также определенным энергетическим состоянием ядра).

**Облучение** – воздействие ионизирующего излучения на какой-либо материал.

**Обогащение** – процесс, приводящий к увеличению доли определенного изотопа какого-либо элемента.

**Оболочка тепловыделяющего элемента** – внешний слой тепловыделяющего элемента, изготовленный из специального материала, обычно металла, устойчивого к химическому и физическому воздействию, который предотвращает коррозию ядерного топлива и выделение продуктов радиоактивного распада.

**Отработанное топливо** – ядерное топливо, в котором накопились продукты распада, поглощающие нейтроны в таком количестве, что они препятствуют протеканию цепной реакции.

**Отходы средней активности** – радиоактивные отходы атомной электростанции и других предприятий, имеющие слишком высокий уровень радиоактивности для прямого сброса или простого захоронения, т.е. превышающий  $4-10^9$  Бк на тонну по альфа-частицам или  $1,2 \cdot 10^{10}$  Бк по бета-гамма-излучению, но не дающие достаточно тепла, чтобы считаться высокоактивными отходами.

**Палеодоза** – восстановленная доза (расчетная или измеренная каким-либо образом), которая была получена в прошлом.

**Период полураспада** – время, за которое из первоначального количества радиоизотопа половина самопроизвольно распадается.

**Пероральный** – поступающий с пищей, через рот.

**Плутоний (Pu)** – опаснейший радиоактивный элемент, образуется в ядерных реакторах АЭС и при взрывах.

**Поглощенная доза (ионизирующего излучения)** – энергия ионизирующего излучения, поглощенная единицей массы облученного тела.

**Поглощенная доза** – количество энергии, полученное при облучении единицей массы поглотителя. Единица в системе СИ – "грей", обозначение – Гр,  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

**Продукт активации** – радионуклид, образовавшийся в результате облучения стабильного нуклида.

**Продукт распада** – нуклид, образовавшийся при распаде радионуклида.

**Продукт ядерного деления** – нуклиды (радиоактивные или стабильные), образующиеся непосредственно в результате реакции ядерного деления или последующего распада первичных осколков деления.

**Протон** – частица с положительным электрическим зарядом, масса которой приблизительно совпадает с массой нейтрона.

**Рад** – внесистемная единица поглощенной дозы, равна  $100 \text{ эрг/г}$ , или  $0,01 \text{ Дж/кг}$ .

- Радиационное поражение** – вызывает в клетках организма многообразные биохимические реакции.
- Радиация ионизирующая** – естественные излучения (например, космические лучи), которые приводят к ионизации (образованию ионов и свободных электронов) электрически нейтральных атомов и молекул, действуют разрушительным образом на живое вещество и являются источником широкого спектра изменений живых организмов (вызывают новые мутации, лучевую болезнь).
- Радиоактивное заражение** – загрязнение радиоактивными веществами.
- Радиоактивное излучение** – укоренившееся название излучения, испускаемого при распаде радиоактивных атомных ядер. Точнее следовало бы назвать его ионизирующим излучением, испускаемым радионуклидами, так как само по себе излучение не обладает радиоактивностью.
- Радиоактивность** – способность атомных ядер некоторых химических элементов и их изотопов самопроизвольно, без внешнего воздействия распадаться (претерпевать радиоактивный распад) с испусканием характерного излучения.
- Радиоактивные выпадения** – выпавшие на поверхность (Земли) радиоактивные частицы, возникшие в самой атмосфере или поднятые с суши, радиоактивность которых обусловлена ядерными взрывами или авариями.
- Радиоактивные выпадения, скорректированные на радиоактивный распад** – измеренное радиоактивное загрязнение с поправкой на радиоактивный распад, которое отражает значение радиоактивности на момент первоначального выпадения радиоактивных осадков.
- Радиоактивный изотоп, радиоизотоп** – нестабильный, самопроизвольно превращающийся изотоп химического элемента.
- Радиоактивный распад** – вид ядерного превращения; самопроизвольное изменение в составе или в строении атомных ядер.
- Радиобиология** – область науки, занимающаяся изучением влияния различных видов радиации (как от внешних, так и от внутренних источников) на биологические объекты.
- Радиография** – метод, позволяющий получить на фотографическом материале (пластинке или пленке) картину распределения радиоизотопа в исследуемом образце.
- Радиометры** – измеряют активность радиоактивных веществ, плотность потока ионизирующих излучений, удельную, объемную и поверхностную активность.
- Радионуклиды** – нестабильные атомные ядра или нуклиды, подверженные радиоактивному распаду.
- Радон (Rn)** – инертный радиоактивный газ, был открыт как продукт распада радия. Является источником альфа-излучения. Создает мощное внутреннее облучение организма. Канцероген.
- Распад** – спонтанное превращение ядра с испусканием частицы или гамма-фотона.

**Реактор большой мощности, кипящий** – отечественный водо-графитовый канальный реактор, охлаждаемый кипящей водой с графитовым замедлителем. На этом типе реакторов произошла авария на ЧАЭС.

**Реактор, охлаждаемый водой под давлением** – ядерный реактор, в котором первичный теплоноситель представлен водой, удерживаемой под высоким давлением для предотвращения ее кипения.

**Реактор-размножитель (бридер)** – ядерный реактор, в котором расход ядерного топлива сопровождается его расширенным воспроизводством за счет воздействия быстрых нейтронов ядерной реакции на неделящиеся нуклиды (например,  $^{238}\text{U}$ ) и превращения их в радиоактивные нуклиды (например,  $^{239}\text{Pu}$ ).

**Реактор с кипящим водяным теплоносителем** – в таком реакторе вода кипит в активной зоне с образованием пароводяной смеси.

**Регенерация** – переработка выгоревшего ядерного топлива в целях разделения неиспользованного урана, плутония и других продуктов деления; обычно осуществляется химическими методами.

**Регулирующие стержни** – стержни, поглощающие нейтроны для регулирования мощности ядерного реактора.

**Рентген (Р)** – внесистемная единица измерения экспозиционной дозы (дозы облучения) ионизирующих излучений, названная в честь физика Вильгельма Рентгена:

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг (кулон на килограмм)}.$$

**Рентгеновское излучение** – электромагнитное (тормозное или характеристическое) излучение; возникает, в частности, в рентгеновской трубке при столкновении ускоренных электронов с атомами определенных материалов.

**Риск** – вероятность появления конкретного неблагоприятного эффекта.

**Сброс** – выпуск отходов (газообразных, аэрозольных или жидких) промышленными предприятиями.

**Соматические мутации** – мутации, возникающие в биологических тканях, за исключением зародышевых клеток.

**Спектрометры** – приборы для измерения распределения излучений по энергии, заряду и массам.

**Стохастические последствия** – вероятностные, неопределенные, случайные последствия. В экологии, как правило, характерны лишь для числовых значений, а не для направленности процесса (при правильном его прогнозировании).

**Стронций (Sr)** – химический элемент, имеющий радиоактивные изотопы.  $^{89}\text{Sr}$  и особенно  $^{90}\text{Sr}$  принадлежат к наиболее опасным искусственным радионуклидам.

**Сцинтиллятор** – люминесцентное вещество, в котором при прохождении частиц возникают световые вспышки (сцинтилляции).

**Сцинтилляционный счетчик** – прибор для обнаружения и измерения радиоактивного излучения.

- Сцинтилляция** – световые вспышки, которые возникают в сцинтилляторах при прохождении ионизирующих частиц, отдающих сцинтилляторам свою энергию.
- Счетчик Гейгера–Мюллера** – прибор для обнаружения и измерения радиоактивного излучения.
- Счетчик импульсов человека (СИЧ)** – прибор для измерения содержания радионуклидов в организме человека.
- Тератогены** – вещества, приводящие к аномалиям в развитии организма.
- Тимомегалия** – увеличение вилочковой железы.
- Тимус** – вилочковая железа, участвующая в регуляции роста, минерального обмена, а также в формировании специфического иммунитета. Чувствительна к облучению и многим канцерогенам.
- Топливный ядерный цикл (ЯТЦ)** – включает все устройства и операции по обеспечению атомных электростанций ядерным топливом.
- Трансурановые элементы** – химические элементы с атомным номером, большим чем у урана-92.
- Тритий** – радиоактивный изотоп водорода ( $^3\text{H}$ ), называемый также сверхтяжелым водородом. Тритий распадается, испуская бета-излучение.
- Троtilовый эквивалент** – энергия взрыва атомной бомбы в сравнении с энергией, выделяющейся при взрыве тринитротолуола (ТНТ, тротила); например, взрыв 1 кг урана-235 или плутония-239 при расщеплении всех ядер эквивалентен взрыву 20 тыс. т тротила.
- Углерод радиоактивный** – углерод-14 ( $^{14}\text{C}$ ) – радиоактивный изотоп углерода. Распадается с испусканием бета-лучей.
- Удельная активность** – число атомов распада в секунду, отнесенное к единице массы (1 кг) радиоактивного вещества. Единица измерения – 1 Бк/кг.
- Уран (U)** – природный радиоактивный элемент, самый тяжелый из химических элементов, встречающихся в природе.
- Фон** – число импульсов, измеряемое счетчиком в отсутствие радиоактивного вещества (его вызывает космическое излучение, радиоактивность атмосферы, земли, аппаратуры).
- Хромосомные aberrации (хромосомные мутации)** – изменения хромосом. Особенно часто хромосомные aberrации появляются после облучения. По их количеству можно определить дозу облучения.
- Хромосомы** – плотные, окрашенные образования, различимые в световом микроскопе, состоящие из дезоксирибонуклеиновой кислоты (носителя генетической информации) и белка.
- Цепная реакция** – самоподдерживающаяся реакция; в частности, реакция деления ядер тяжелых элементов под действием нейтронов, в которой с каждым актом взаимодействия число нейтронов возрастает и в результате развивается самопроизвольный процесс деления.
- Человек-зиверт** – единица коллективной эффективной эквивалентной дозы,



полученной путем умножения средней эффективной эквивалентной дозы на число людей, подвергшихся облучению.

**Эквивалентная доза** – понятие, посредством которого делается попытка учесть неодинаковую биологическую активность различных видов излучения с помощью безразмерных оценочных коэффициентов, характеризующих радиационную биологическую активность, коэффициентов качества излучения. Эквивалентная доза равна произведению поглощенной дозы на оценочный коэффициент. Единица СИ – Зиверт (Зв).

**Эманация** – 1. Устаревшее название радиоактивного газа радона. 2. Выделение (эманирование) радона (иногда и других радиоактивных газов).

**Эмбриогенез** – развитие многоклеточного организма животного из относительно просто организованной зиготы.

**Ядерная энергия (менее точно – атомная)** – энергия, получаемая из ядра атома при ядерных реакциях, т.е. при делении тяжелых атомных ядер (например, урана) на более легкие или при слиянии легких ядер (водорода, дейтерия, трития, лития) в более тяжелые ядра.

**Ядерное излучение (радиация)** – общее название всех видов излучений, испускаемых атомным ядром в процессе самопроизвольного или искусственно вызванного превращения, которое сопровождается испусканием частиц или внутриядерной энергии в форме альфа-, бета-, гамма-, протонного, нейтронного и других излучений.

**Ядерное топливо** – радиоактивный материал, например  $^{235}\text{U}$ , претерпевающий реакцию ядерного деления, в соответствующем виде, пригодном для использования в ядерном реакторе.

**Ядерный (атомный) реактор** – устройство, в котором протекает управляемая цепная ядерная реакция, т.е. интенсивность выделения ядерной энергии регулируется.

**Ядерный синтез** – образование одного атомного ядра из двух легких ядер с выделением энергии, например:  $^2\text{H} + ^3\text{H} = ^4\text{He} + ^1_0\text{n} + 17,6 \text{ МэВ}$ .

**Ядро клетки** – часть клетки, содержащая генетический материал.

---

## ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ К КУРСУ

---

1.  $Ku$  – активность радиоактивного изотопа (1 балл):
  - $^{238}\text{U}$ ;
  - $^{232}\text{Th}$ ;
  - $^{40}\text{K}$ ;
  - $^{226}\text{Ra}$ ;
  - $^{87}\text{Rb}$ .
2. Коэффициент  $3,7 \cdot 10^{10}$  применяется для перехода от внесистемной единицы измерения к системной (1 балл):
  - активности;
  - экспозиционной дозы излучения;
  - мощности экспозиционной дозы;
  - поглощенной дозы;
  - эквивалентной дозы.
3. Отметьте внесистемные единицы мощности дозовых нагрузок (4 балла):
  - А/кг;
  - Р/сек;
  - Грей;
  - Зиверт;
  - Рад;
  - Бэр;
  - Кл/кг;
  - Р.
4. Каков, на Ваш взгляд, правильный ряд по длине пробега частиц и гамма-квантов (1 балл)?
  - 1)  $\alpha : \gamma : \beta : n$ ;
  - 2)  $\gamma : \beta : \alpha : n$ ;

- 3)  $n : \alpha : \gamma : \beta$ ;  
4)  $\alpha : \beta : \gamma : n$ .
5. Выделить газообразные радиоактивные изотопы в рядах (3 балла):
- $^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Th} \rightarrow ^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{222}\text{Rn} \rightarrow ^{218}\text{Po} \rightarrow ^{210}\text{Bi} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$ ;
  - $^{235}\text{U} \rightarrow ^{231}\text{Th} \rightarrow ^{227}\text{Ac} \rightarrow ^{223}\text{Ra} \rightarrow ^{219}\text{An} \rightarrow ^{211}\text{Bi} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$ ;
  - $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{228}\text{Ra} \rightarrow ^{224}\text{Ra} \rightarrow ^{220}\text{Tn} \rightarrow ^{212}\text{Pb} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$ .
6. Период полураспада ( $T_{1/2}$ ) – это ядерно-физическая величина (1 балл):
- 1) один акт распада в секунду;
  - 2) масса радионуклида, деленная на атомную массу;
  - 3) доля общего числа атомов, распадающихся в секунду;
  - 4) время, необходимое для того, чтобы распалась половина атомов данного радиоактивного элемента.
7. Какие существуют единицы измерения радиоактивности и мощности дозы в системе СИ (1 балл)?
- а) Кюри, рад, бэр;
  - б) Кюри, грей, бэр;
  - в) Беккерель, рад, бэр;
  - г) Беккерель, зиверт, грей.
8. Какие частицы испускаются при  $\alpha$ -распаде?
- а)  $e$ ;
  - б)  $p^+$ ;
  - в)  $n^0$ ;
  - г)  $\beta^+$ ;
  - д)  $^4_2\text{He}$ .
9. Наиболее биологически опасным видом излучения является (2 балла):
- а)  $\alpha$ ;
  - б)  $\beta$ ;
  - в)  $\gamma$ ;
  - г)  $p$ ;
  - д)  $n$ .
10. Основными характеристиками, определяющими опасность излучения для биологических тканей, являются (3 балла):
- 1) химический состав радионуклида;
  - 2) период полураспада;
  - 3) массовый номер радионуклида;
  - 4) вид излучения;
  - 5) положение в ряду радиоактивного распада;
  - 6) энергия излучения.
11. Какой параметр почв необходимо учитывать при переходе от удельной активности радионуклида к его площадной активности (2 балла)?

- 1) влажность;
  - 2) пористость;
  - 3) объемный вес;
  - 4) температура;
  - 5) содержание калия.
12. Укажите естественные радиоактивные изотопы (6 баллов):
- $^{238}\text{U}$ ;
  - $^{137}\text{Cs}$ ;
  - $^{60}\text{Co}$ ;
  - $^{90}\text{Sr}$ ;
  - $^{40}\text{K}$ ;
  - $^{87}\text{Rb}$ ;
  - $^{232}\text{Th}$ ;
  - $^{226}\text{Ra}$ ;
  - $^{222}\text{Rn}$ ;
  - $^{131}\text{I}$ ;
  - $^{32}\text{P}$ ;
  - $^{239}\text{Pu}$ .
13. Гамма-постоянная радионуклида позволяет переходить от (1 балл):
- 1) удельной активности к площадной;
  - 2) объемной активности к удельной;
  - 3) экспозиционной дозы к поглощенной;
  - 4) мощности экспозиционной дозы к активности радионуклида.
14. У какого вида радиоактивного излучения линейная потеря энергии в биологической ткани выше (1 балл)?
- а)  $\alpha$ ;
  - б)  $\beta$ ;
  - в)  $\gamma$ ;
  - г)  $n^0$ .
15. К остеотропным радионуклидам относятся (2 балла):
- $^3\text{H}$ ;
  - $^{14}\text{C}$ ;
  - $^{137}\text{Cs}$ ;
  - $^{90}\text{Sr}$ ;
  - $^{32}\text{P}$ ;
16. К избирательно накапливающимся радионуклидам в определенных органах и тканях относятся (3 балла):
- $^{140}\text{La}$ ;
  - $^{144}\text{Ce}$ ;
  - $^{40}\text{K}$ ;

- $^{129}\text{J}$ ;
  - $^{131}\text{J}$ ;
  - $^{59}\text{Fe}$ ;
  - $^{60}\text{Co}$ .
17. Наиболее объективным методом оценки дозовой нагрузки на человека является (1 балл):
- 1) метод прямого измерения дозиметрами;
  - 2) расчетный метод;
  - 3) метод прямого измерения счетчиком импульсов человека (СИЧ);
  - 4) метод биодозиметрии.
18. Какой из указанных строительных материалов является потенциально максимально радиационно опасным (3 балла)?
- 1) саман;
  - 2) кирпич;
  - 3) дерево;
  - 4) бетон с наполнителем из базальта;
  - 5) бетон с наполнителем из гранита;
  - 6) гранитные блоки;
  - 7) фосфогипсовые блоки.
19. В здании, построенном на каком основании, можно ожидать максимальную концентрацию радона (2 балла)?
- 1) на глиняном;
  - 2) на песчаном;
  - 3) на диоритовом;
  - 4) на гранитном;
  - 5) на базальтовом.
20. В каких помещениях жилого здания, изготовленного из одного и того же строительного материала, будет максимальная концентрация радона (3 балла)?
- 1) коридор;
  - 2) ванная;
  - 3) спальня;
  - 4) гостиная;
  - 5) кухня;
  - 6) подсобное помещение;
  - 7) подпол.
21. Какой из радиоактивных  $\alpha$ -излучающих газов наиболее опасен (1 балл)?
- 1) радон;
  - 2) актинон;
  - 3) торон.
22. Какие из радиоактивных элементов являются долгоживущими ( $T^{1/2} > 10$  лет) (2 балла)?

- $^{106}\text{Ru}$ ;
  - $^{131}\text{J}$ ;
  - $^{60}\text{Co}$ ;
  - $^{90}\text{Sr}$ ;
  - $^{129}\text{J}$ ;
  - $^{95}\text{Zr}$ ;
  - $^{24}\text{Na}$ ;
  - $^{134}\text{Cs}$ .
23. Какой из радионуклидов йода наиболее опасен (1 балл)?
- $^{129}\text{J}$ ;
  - $^{131}\text{J}$ ;
  - $^{132}\text{J}$ ;
  - $^{133}\text{J}$ .
24. В каком интервале почв по глубине концентрируется около 75–90% запасов радионуклидов (2 балла)?
- 0–5 см;
  - 0–10 см;
  - 5–15 см;
  - 10–20 см;
  - 20–50 см.
25. Термин "горячая частица" введен по параметрам (1 балл):
- а) температуры;
  - б) размеров;
  - в) активности;
  - г) активности и температуры;
  - д) активности и размеров.
26. Основные дозообразующие радионуклиды ( $\beta$ -излучатели,  $\alpha$ -излучатели;  $\gamma$ -излучатели в зоне влияния предприятий ядерного топливного цикла) (11 баллов):

$\beta$	$\alpha$	$\gamma$
$\text{H}^3$	$\text{U}^{238}$	$\text{Cs}^{137}$
$\text{C}^{14}$	$\text{Pu}^{239}$	$\text{Th}^{232}$
$\text{Sr}^{90}$	$\text{Rn}^{222}$	$\text{Ra}^{226}$
$\text{P}^{32}$	$\text{Po}^{210}$	$\text{Ru}^{106}$
$\text{J}^{129}$	$\text{Am}^{241}$	$\text{Cs}^{134}$
$\text{J}^{131}$		$\text{Co}^{60}$
$\text{Kr}^{85}$		

27. Какой физический параметр необходимо учитывать при безопасном хранении радиоактивных отходов (1 балл)?

- 1) влажность;
- 2) давление;
- 3) температура;
- 4) объем;
- 5) плотность.

28. Каким гипотезам эффекта воздействия ионизирующей радиации соответствуют кривые (рис. 1) (2 балла)?

- беспороговая;
- пороговая.

29. Выберите тип кривой, соответствующий человеку (рис. 2) (3 балла):

- курящему > 20 сигарет в сутки;
- курящему < 20 сигарет в сутки;
- некурящему.

30. Определите группы (рис. 3) (3 балла):

- курящих женщин;
- некурящих женщин;
- женщин, живущих с курящими мужьями;
- некурящих женщин, живущих с некурящими мужьями.

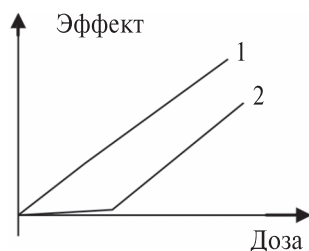


Рис. 1

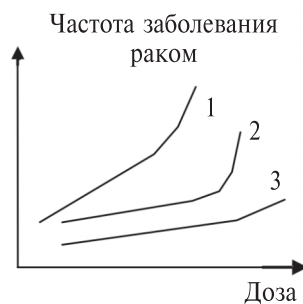


Рис. 2

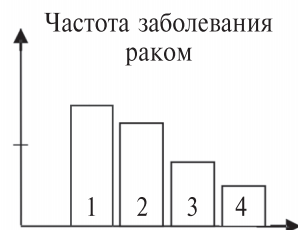


Рис. 3

---

## ЛИТЕРАТУРА

---

1. Адам А.М., Рихванов Л.П., Нарзулаев С.Б. и др. Экология Северного промышленного узла г. Томск: Проблемы и решения. – Томск : Изд-во ТГУ, 1993.
2. Аклеев А.В., Голошапов П.В., Дегтева М.О. и др. Радиоактивное загрязнение окружающей среды в регионе Южного Урала и его влияние на здоровье населения. – М., 1991.
3. Аклеев А.В. и др. Радиоактивное загрязнение окружающей среды в регионе Южного Урала и его влияние на здоровье населения // Бюллетень ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №3. – С.31–66.
4. Актуальные проблемы ограничения облучения населения от природных источников ионизирующего излучения “Радон-2000”. – М., 2000.
5. Алексахин Р.М., Васильев А.В., Дикарев В.Т. и др. Сельскохозяйственная радиоэкология. – М. : Экология, 1991.
6. Алпатов В.Г. и др. “Безумное чаепитие” или гамма-спектроскопия турецкого чая // Бюллетень ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №3. – С.66–68.
7. Алукер Н.Л., Алукер Э.Д., Сафонов Ю.Н. Концептуальный подход к оценке радиационной обстановки в Кузбассе // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.250–254.
8. Альберт Р. Торий. Промышленно-гигиенические аспекты. – М.: Атомиздат, 1971.
9. Андреева О.С. и др. Редкоземельные элементы. Радиационно-гигиен. аспекты. – М. : Атомиздат, 1975.
10. Арбузов С.И., Ершов В.В., Поцелуев А.А., Соболев И.С. Изучение потерь радиоактивных элементов при озолении угля и прогнозирование их выбросов в атмосферу // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.306–308.
11. Архангельская Т.А. Ретроспективная оценка радиоэкологической ситуации по результатам исследования годовых колец срезов деревьев : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2004.



12. Атлас заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Сибири и Дальнего Востока. – Томск: Изд-во ТГУ, 1990.
13. Атурова В.П. Плутоний в почвах Красноярского края : автореф. дис ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2001.
14. Аэрогамма-спектрометрическая съемка территорий, загрязненных радиоактивными продуктами Чернобыльской аварии, а также продуктами глобальных, региональных и локальных выпадений от ядерных взрывов, предприятий атомной энергии и промышленности: врем. метод, указания. – М. : Госкомгидромет, ИПГ, 1991.
15. Бабаев Н.С., Демин В.Ф., Ильин Л.А. и др. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда. – М. : Энергоиздат, 1981.
16. Баранов В.И., Титаева Н.А. Радиоэкология. – М. : МГУ, 1973.
17. Барановская Н.В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно-измененных территорий (на примере южной части Томской области): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2003.
18. Баренцов Евро-арктический регион. Охрана окружающей среды. – М. : Изд-во РЭФИА, 1996. – 147 с.
19. Бахур А.Е. и др. Естественная и техногенная радиоактивность пластовых вод нефтяных месторождений // Разведка и охрана недр. – 2002. – №11.
20. Бахур А.Е. Научно-методические основы радиоэкологической оценки геологической среды : автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. – М. : Вимс, 2008.
21. Бачурин Б.А. Подземные ядерные взрывы на нефтяных месторождения Пермской области: радиоэкологические аспекты // Разведка и охрана недр. – 2002. – №11. – С.225–228.
22. Бегун Э.Я., Дмитриев Е.С., Иванов А.Б. и др. Аномалии электрического поля атмосферы при радиоактивном загрязнении окружающей среды // Разведка и охрана недр. – 2002. – №11. – С.469–470.
23. Березина И.Г. и др. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методом радиографии // Геохимия. – 1993. – №3.
24. Белоусова И.М., Штуккенберг Ю.М. Естественная радиоактивность. – М. : Медгиз, 1961.
25. Беляев А.М. и др. Радиоэкология. – СПб., 2003.
26. Бемер Н., Нилсен Т. Предприятия ядерного комплекса Сибири: Рабочие материалы “Беллуны”. – 1995.
27. Биоиндикация радиоактивных загрязнений. – М. : Наука, 1999. – 384 с.
28. Биотест. Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. – М., 1993.
29. Блинов А.П., Выдатенко И.В., Родионова В.И. и др. Оценки содержания радионуклидов, выброшенных при аварии на РХЗ СХК в организме персонала и населения // Вопр. соврем. медицины. – Северск, 1994. – С.123–124.
30. Бобовникова Ц.И., Газиев Я.И., Назаров Л.Е. и др. Выявление радиоактивного загрязнения на территории Алтайского края, обусловленного испытаниями ядерного оружия // Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края. – Барнаул, 1993. – Т.1. – Кн.1. – С.25–33.
31. Бобров В.А. Полупроводниковая гамма-спектрометрия осколочных продуктов ура-

- на // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.437–441.
32. Болтнева Л.И., Ионов В.А., Кузнецова З.В. и др. Региональные закономерности в распределении естественных радиоактивных элементов на территории Советского Союза // Фоновая радиоактивность почв и горных пород на территории СССР / Труды ин-та прикладной геофизики. – 1980. – Вып.43. – С.23–47.
  33. Бондарь Л.М., Частоколенко Л. Существование популяций растений в условиях техногенного давления в 30-километровой зоне СХК // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.387–388.
  34. Бочаров М.В., Лоборев В.М., Пиджаков В.А. и др. Свидетельствуют специалисты: оценивая радиационные последствия атомного взрыва на Тоцком учении... // Бюллетень ЦОИ по атомной энергии. – 1993. – №9. – С.68–72.
  35. Брукс Р.Р. Загрязнение микроэлементами // Химия окружающей среды. – М., 1982. – С.371–412.
  36. Булатов В.И. 200 ядерных полигонов СССР. География радиационных катастроф и загрязнений. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1994.
  37. Булатов В.И., Чирков В.А. Томская авария: мог ли быть Сибирский Чернобыль? – Новосибирск, 1994.
  38. Булатов В.И. Россия радиоактивная. – Новосибирск, 1996.
  39. Булдаков Л.А. Радиоактивные вещества и человек. – М.: Энергоатомиздат, 1993.
  40. Булдаков Л.А., Гусев Д.И., Гусев Н.Г. и др. Радиационная безопасность в атомной энергетике. – М.: Атомиздат, 1981.
  41. Бурлакова Е.Б. и др. К вопросу о значении цепного окисления жиров под действием излучения для развития лучевого поражения // Биохим. и физ.-хим. основы биологического действия радиации. – М., 1957. – С.10.
  42. Бурцев И.С., Колодезникова Е.Н. Радиационная обстановка на объектах аварийных подземных ядерных взрывов “Кратон–3” и “Кристалл” в Мирнинском улусе Республики Саха // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С.281–282.
  43. Вавилов П.П., Верховская И.Н. и др. Рост и развитие *Vicia Faba L.* в условиях повышенного содержания U и Ru // Радиобиология. – 1963. – Т.3. – Вып.1. – С.87–92.
  44. Васильева О.А. Системный иммунитет ликвидаторов аварии на ЧАЭС, проживающих в экологически отягощенном районе // Действие ионизирующей радиации на иммунную и кроветворную системы : мат. всерос. конф. – М., 1995. – С.68.
  45. Васильева О.А., Балашова И.И., Терентьева Г.Г. и др. Характеристика иммунного статуса у школьников г. Северска // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С.371–375.
  46. Василенко И.Я., Василенко О.И. Продукты ядерного деления урана и плутония – основной источник радиоактивного загрязнения внешней среды // Радиоактив-

- ность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф. – Томск, 2004.
47. Василенко И.Я., Василенко О.И. Хронические радиационные поражения продуктами ядерного деления урана и плутония // Радиационная биология. – 2006. – Т.46. – №6.
  48. Величкин В.И., Полуэктов П.П. и др. Критерии долговременной безопасности хранилищ радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива // Вестник государственного надзора России. – 1999. – №4.
  49. Величкин В.И. и др. Оценка загрязненности геохимических ландшафтов территории Приаргунского горно-химического объединения (ППГХО) // Региональная геология и металлогения. – ВСЕГЕИ, 2001. – №13–14.
  50. Вовк И.Ф. Радиолитиз подземных вод и его геохимическая роль. – М. : Недра, 1979.
  51. Волостнов А.В. Уран и торий в углях Сибири : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2004.
  52. Верховская И.Н., Маслов В.И., Маслова К.И. Действие малых доз радиации и инкорпорированных естественно-радиоактивных элементов на спермогенез полевок-экономок (*Microtus oeconomus*) в природных условиях // Радиобиология. – 1965. – Т.5. – Вып.5. – С.720–723.
  53. Верховская И.Н. Задачи, методы и перспективы радиоэкологических исследований в различных биогеоценозах. – М. : Атомиздат, 1971.
  54. Верчеба А.А. Радиационная дозиметрия и геоэкология. – М., 2007. – 213 с.
  55. Вопросы радиоэкологии. – М. : Атомиздат, 1968.
  56. Ворожцов А.С. и др. Определение содержания радона в жилых и производственных помещениях населенных пунктов Алтайского края // Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края : мат. науч. исслед. – Барнаул, 1993. – Т.1. – Кн.1. – С.146–53.
  57. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: справочник. – Л. : Химия, 1990.
  58. Вредное действие на человека ядерного и родственных ему излучений // Докл. Ком. Британского медицинского исслед. совета. – М. : Главупр. по использованию атомной энергии, 1959. – Вып. 26.
  59. Врублевский В.А., Нагорский М.П., Рубцов А.Ф. и др. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. – Томск : Изд-во ТГУ, 1987.
  60. Высокоостровская Е.Б., Краснов А.И., Смыслов А.А. Карта радиационных доз естественного гамма-излучения территории России // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.177–179.
  61. Выявление радиоактивного загрязнения на территориях городов и населенных пунктов методами аэро-и автогамма-спектрометрии, пешеходной гамма-съемки (метод. рекомендации) // Комитет РФ по геологии и использованию недр. – СПб., 1993.
  62. Гавшин В.М., Сухоруков Ф.В., Маликова И.Н. и др. Распределение радионуклидов на территории Алтайского края // Ядерные испытания, окружающая среда и здо-

- ровье населения Алтайского края: мат. науч. исслед. – Барнаул, 1993. – Т.1. – Кн.1. – С.34–71.
63. Галич В.Ф. Авария на Сибирском химическом комбинате в Томске 7–6 апреля 1993 г.: обзор печати // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1993. – №8. – С.20–28.
  64. Георгиевский В.Б. Экологические и дозовые модели при радиационных авариях. – Киев : Наукова думка, 1994.
  65. Герасимов А.С., Киселев Г.В., Рудин А.П. Трансмутация радиоактивных отходов атомной энергетики // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №11. – С.83–85.
  66. Гиблин Г.П., Новиков Ю.В. Токсикология промышленных соединений урана. – М. : Атомиздат, 1976.
  67. Глазовская М.А. и др. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды. – М., 1989.
  68. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М., 1982. – С.12–19.
  69. Глобальные выпадения продуктов ядерных взрывов как фактор облучения человека. – М. : Атомиздат, 1980.
  70. Глушко Б.А., Горбунов С.В., Горяченкова Т.А. и др. Особенности радиоактивного загрязнения местности при аварии на Сибирском химическом комбинате (г. Томск, апрель 1993) // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях : обзор инф. ВИНТИ. – М., 1993. – Вып.2. – С.64–70.
  71. Гольдберг Е.Д., Лейкозы и радиация. – Томск, 1963.
  72. Головин В.Ф., Овсейчук В.А., Бабошко В.И. Радиоэкология в сфере деятельности горнодобывающего и перерабатывающего предприятия ядерно-топливного цикла. Проблемы и перспективы // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф. – Томск : Тандем-Арт, 2004.
  73. Горлова Е.Г., Битков В.Н. Удаление радиоактивных отходов на дно океана // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1994. – №2. – С.68–72.
  74. Голубов Б.И. Мирный взрыв или камуфлет с подвохом // Энергия. – 1993. – №6. – С.51–55.
  75. Готье-Ляфей Ф. Природные ядерные реакторы в Габоне (Natural Nuclear fission reactors in Gabon) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. II междунар. конф. – Томск : Тандем Арт, 2004.
  76. Гофман Дж. Рак, вызываемый облучением в малых дозах: независимый анализ проблемы. – М., 1994. – (в двух книгах).
  77. Гофман Дж. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущего. – Минск, 1994.
  78. Грейб Р. Эффект Петко: Влияние малых доз радиации на людей, животных и деревья. – М. : Междунар. движение “Невада – Семипалатинск”, 1994.
  79. Грос Е. Возникновение, состав и структура горячих частиц // Радиоактивные частицы в атмосфере. – М., 1963. – С.5–19.
  80. Гудков И.Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии. – Киев : Изд-во УСХА, 1991. – 325 с.

81. Гулд Д.М., Голдман Б.А. Смертельный обман. Большая ложь о малых дозах. – Волгоград : МОД “За безъядерный Дон”, ВО СОЭС, 2002.
82. Гусаров И.И. Радонотерапия. – М. : Медицина, 2000.
83. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиационные выбросы в биосфере. Справочник. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 256 с.
84. Гусев Н.Г., Дмитриев П.П. Радиоактивные цепочки: справочник. – М. : Атомиздат, 1988.
85. Гурвич А.Г. Теория биологического поля. – М. : Советская наука, 1944.
86. Действие атомной бомбы в Японии. Отчет медицинской комиссии. – М., 1960.
87. Действие ионизирующей радиации на иммунную и кроветворную систему // Мат. всерос. конф. 14–15 ноября 1995 г. : тез. докл. – М.: 1995. – 42 с.
88. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз. – М. : Наука, 1988.
89. Джованович Дж. Можно ли восстановить Чернобыльскую запретную зону? // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1994. – №2. – С.22–29.
90. Джованович Дж. Философия радиационной защиты: время перемен // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1995. – №11–12. – С.35–40.
91. Диагностика и медицинская реабилитация ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и других радиационных катастроф : информ. письмо Министерства здравоохранения РФ. – М. : 1995.
92. Дикова Е.В. Социально-политические и экономические аспекты проблемы обращения с радиоактивными отходами // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №8. – С.81–83.
93. Дозовые закономерности нестохастических эффектов, основные концепции и величины, используемые в МКРЗ. – М. : Энергоиздат, 1987. – 88 с. – (Публ. 41, 42).
94. Дозы ионизирующего излучения населения Российской Федерации в 1999 г.: справочник / П.В. Ромзаев и др. – СПб., 1999.
95. Дробков А.А. Микроэлементы и естественные радиоактивные элементы в жизни растений и животных. – М., 1958.
96. Дубасов Ю.В., Кедровский О.Л., Касаткин В.В. и др. Подземные взрывы ядерных устройств в промышленных целях на территории СССР в 1965–1988 гг.: хронология и радиационные последствия // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1994. – №1. – С.18–29.
97. Дубинин Н.Т. Проблемы радиационной генетики. – М., 1963.
98. Душа-Гудым С.И. Радиоактивные лесные пожары : справ. пос. – М., 1999.
99. Дуриков А.П. Радиоактивное загрязнение и его оценка. – М., 1993.
100. Дэвидсон Г.О. Биологические последствия общего гамма-облучения человека. – М. : Атомиздат, 1960.
101. Егоров А.П., Бочкарев В.В. Кроветворение и ионизирующая радиация. – М. : Медгиз, 1950.
102. Екидин А.А. Радиоэкологические проблемы обращения с торийсодержащими материалами на примере базы хранения монацитового концентрата : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Екатеринбург : ИПГ, 2007.

103. Жизнь и радиация. — М. : Энергоатомиздат, 1993.
104. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. — М. : Энергоатомиздат, 1990.
105. Зайченко Г. В космосе ядерные отходы будут безопасны // Коммерсант Дэйли. — 1993. — №8. — С.6.
106. Зуев В.А. Уран в природных водах Западной Сибири: геохимия и техногенез // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 1996. — С.120–123.
107. Зувич Ф.И. и др. Оценка средней индивидуальной и коллективной дозы за счет радона в поселках Алтайского края // Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края : мат. науч. исслед. — Барнаул, 1993. — Т.1. — Кн.1. — С.154–167.
108. Иванов А.Б., Герасимов Ю.С., Носов А.В. Основные результаты исследования радиоэкологической обстановки в районе Томска-7 после аварии на СХК // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 1996. — С.290–293.
109. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Кн.6. F-элементы. — М. : Экология, 1997.
110. Иванов Г.А., Шибаршов Л.И., Баламутов В.Г. и др. Преобразование ядерных боеприпасов и технологий в экологически чистую взрывную энергетику // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. — 1994. — №4. — С.20–23.
111. Игнатов П.А., Верчеба А.А. Общая радиогеоэкология. — Дубна, 2005.
112. Израэль Ю.А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. — СПб: Прогресс-погода, 1996.
113. Израэль Ю.А. Радиоактивное загрязнение земной поверхности // Вестник РАН. — 1998. — Т.68.
114. Ильинских Н.Н., Адам А.М., Новицкий В.В. и др. Мутагенные последствия радиационного загрязнения Сибири. — Томск: Изд-во СГМУ, 1995.
115. Ильинских Н.Н., Булатов В.И., Адам А.М. и др. Радиационная экогенетика России. — Томск: Крокос, 1998.
116. Ильинских Н.Н., Мешков Н.А., Плотникова Н.Н. и др. Генетические и психофизиологические изменения у людей после радиационного воздействия. — Томск : Изд-во СГМУ, 1996.
117. Ильинских Н.Н., Новицкий В.В., Адам А.М. и др. Радиационная экогенетика Томской области. — Томск, 1995.
118. Ильинских Е.Н., Огородова Л.М., Безруких П.А. и др. Эпидемиологическая гентоксикология тяжелых металлов и здоровье человека. — Томск, 2003.
119. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. — М. : Мир, 1989.
120. Казначеев В.П., Чернявский Е.Ф. Курорт Белокуриха. — Барнаул : Алтайск. книжн. изд-во, 1963.
121. Какабаев А.А. Цитогенетическая оценка уровня мутагенеза у рабочих уранодобывающей промышленности Северного Казахстана : автореф. дис.... канд. биол. наук. — Алма-Ата, 2000.

122. Какабаев А.А. и др. Биологическая дозиметрия и индикация по частоте хромосомных aberrаций у рабочих уранодобывающих предприятий Северного Казахстана // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. II междунар. конф. — Томск: Тандем-Арт, 2004.
123. Карагодин В.И. Проблема допустимых доз облучения биоты // Экология. — 1995. — №5. — С.285–288.
124. Карпачев Б.М., Менг С.В. Радиационно-экологические исследования в Кыргызстане. — Бишкек, 2000.
125. Катков А.Е. Радиоэкологические проблемы в реабилитационных программах // Радиоэкологическая безопасность России : тез. докл. конф. 20–22 июня 1995 г. — Челябинск, 1995.
126. Кедровский О.Л. О долговременном хранении (50 лет и более) облученного топлива в горных массивах каменной соли // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды: обзорная информация. — 2001. — №5.
127. Кеприн-Маркус И.Б. Дозиметрические критерии для населения территорий с радиоактивным загрязнением // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. — 1995. — №7–8. — С.43–47.
128. Кизельштейн Л.Я. Экогеохимия элементов–примесей в углях. — Ростов-н/Д. : Изд-во СКНЦ ВШ, 2002.
129. Кизельштейн Л.Я., Левченко С.В. Геохимия тория в углях: экологический аспект // Геохимия. — 1995. — №6. — С.874–880.
130. Коваленко Г.Д., Рудя К.Г. Радиоэкология Украины. — Киев : Изд-во Киев. ун-та, 2001. — 166 с.
131. Ковалев В.П. и др. Предотвращение неуправляемого распространения радионуклидов в окружающую среду (геохимические барьеры на смектитовой основе). — Новосибирск : Изд-во СОРАН, НИЦ ОИГГМ, 1996.
132. Ковалюх Н.Н., Несветайло В.Д., Бузынный М.Г. и др. Дендрохроноиндикация выбросов радиоуглерода Сибирским химическим комбинатом города Северска // После холодной войны: разоружение, конверсия и безопасность : мат. II междунар. конф., Красноярск, 12–14 сент. 1994 г. — Красноярск, 1995. — С.156–162.
133. Коган Р.М., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Основы гамма-спектрометрии природных сред. — М. : Энергоатомиздат, 1991.
134. Когалл Дж. Биологические эффекты радиации / пер. с англ. — М. : Энергоатомиздат, 1986.
135. Кольшкн А.Е., Рыбальский Н.Г. Радиационная безопасность. Что должен знать о ней каждый человек. — М. : Экологический вестник, 1995.
136. Колядо В.Б., Шойхет Я.Н. и др. Потери здоровья населения Алтайского края при ядерных испытаниях на семипалатинском полигоне. Ретроспективная медико-демографическая оценка. — Барнаул, 1998.
137. Кольтовер В.К. Радоновая радиация: источники, дозы, биологические эффекты // Вестник РАН. — 1996. — Т.66. — №2. — С.114–119.
138. Кононович А.Л. К экологическому нормированию допустимых концентраций радиоактивных веществ // Экология. — 1992. — №6. — С.72–73.

139. Концепция радиационной защиты населения и хозяйственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению. – 1993.
140. Копухин В.П., Комлев В.Н. Ядерные технологии и экосфера. – Апатиты : Кольский научный центр, 1995.
141. Копылова Ю.Г., Лосева З.В., Дутова Е.М. и др. Распространенность урана в природных водах юга Западной Сибири // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.124–126.
142. Котова В.М., Пелымский Г.А. Радиоэкологические проблемы освоения месторождений минерального сырья // Известия секции наук о Земле РАЕН. – 2002. – Вып.9.
143. Кароль И.Л. Радиоактивные изотопы и глобальный перенос в атмосфере. – Л. : Гидрометиздат, 1972.
144. Кохран Т., Пэйн К., Вернер Д. Радиохимические заводы в России: почему производство должно быть остановлено // Переработка ядерного топлива, хранение и использование энергетического и оружейного плутония : мат. междунар. семинара. – М., 1992. – С.38–46.
145. Кочкин Б.Т., Омеляченко Б.И., Петров В.А. и др. О минимизации экологического риска при выборе места могильника высокоактивных отходов в геологической среде // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов / ВИНТИ. – М., 1994. – Вып.1. – С.1–17.
146. Кочкин Б.Т. Геоэкологический подход к выбору районов захоронения радиоактивных отходов. – М. : Наука, 2005.
147. Крапивинский Е.И. и др. Дезактивация почв и нефтяных шламов на основе радиометрической сортировки и управления технологическими процессами // Рос. геод. журнал. – 2001. – №20–21.
148. Криптон-85 в атмосфере. – М. : Атомиздат, 1978.
149. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. – М., 1989.
150. Круглов А.И. и др. О реабилитации радиационно загрязненных территорий // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №10. – С.30–35.
151. Крышев И.И., Алексахин Р.М., Рябов И.Н. и др. Радиоактивное загрязнение районов АЭС. – М. : Ядерное общество СССР, 1990.
152. Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. – М. : Издат, 2000.
153. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли. – М. : Наука, 1991.
154. Кузин А.М., Каушанский Д.А. Прикладная радиобиология. – М., 1981.
155. Кузин А.М. Проблемы современной радиобиологии. – М. : Знание, 1987.
156. Кузнецов А.Г., Угаров В.А. проблемы радоноопасности нефтегазоносных районов // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.223–225.
157. Кузнецов Д.В. Радиоактивность источников курорта Белокуриха // Белокуриха. Сибирский радиоактивный курорт. – Новосибирск : Зап.-Сиб. краевое изд-во, 1936.



158. Кузнецов В.М., Назаров А.Г. Радиационное наследие холодной войны. – М. : Ключ-С, 2006.
159. Кузнецов В.М. Ядерная опасность. – М. : Эпицентр, 2003. – 461 с.
160. Кузнецов В.М. Ядерная опасность. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерно-топливного цикла Российской Федерации. – М. : Эпицентр, 2003.
161. Куликов Н.В., Молчанов И.В., Караваев Е.Н. Радиоэкология почвенно-растительного покрова. – Свердловск, 1990.
162. Куликов Н.В., Молчанова И.В. Континентальная радиоэкология (почвенные и пресноводные экосистемы). – М., 1975.
163. Кулландер С., Ларсон Б. Жизнь после Чернобыля. Взгляд из Швеции. – М., 1991.
164. Куропятник Н.И., Мешков Н.А., Ильинских Н.Н. и др. Влияние ядерных испытаний на медико-экологическую ситуацию в республике Алтай. – Томск : Изд-во СГМУ, 1996.
165. Кутьков В.А. “Горячие частицы” Чернобыльской аварии // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №9. – С.35–41.
166. Куюков П.Г., Власов В.А. Радиационные и экологические аспекты разведки и добычи урана на месторождениях гидрогенного типа // Уран Казахстана. – Алма-Ата, 2008.
167. Лаверов Н.П., Кануель А.В., Лисицын А.К. и др. Основные задачи радиоэкологии в связи с захоронением радиоактивных отходов // Атомная энергия, 1991. – Т.71. – Вып.6.
168. Лаверов Н.П., Омельяненко Б.И., Величкин В.И. Геологические аспекты проблемы захоронения радиоактивных отходов // Геоэкология. – 1994. – №6.
169. Лехто Дж., Салминен С., Яккола Т. И др. <sup>239, 240</sup>Pu and <sup>137</sup>Cs в воздухе г. Курчатова, Казахстан // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. II междунар. конф. – Томск : Тандем-Арт, 2004.
170. Ли Д.Э. Действие радиации на живые клетки. – М. : Госатомиздат, 1963.
171. Лисаченко Э.П. Промышленные отходы и выбросы как источник поступления природных радионуклидов // Радиоэкологическая безопасность России : мат. конф., СПб., 20–22 июня 1995 г. – Челябинск, 1995. – С.72.
172. Логачев В.А., Михалихина Л.А., Филонов Н.П. Аналитический обзор данных о влиянии ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне на состояние здоровья населения Республики Хакасии // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1994. – №7–8. – С.33–37.
173. Логачев В.А., Михалихина Л.А., Филонов Н.П. Аналитический обзор данных о влиянии ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне на состояние здоровья населения Республики Горный Алтай // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1994. – №9–10. – С. 36–45.
174. Лозовский И.Т., Рихванов Л.П. У истоков изучения радиоактивности и радиоактивных элементов в Сибири // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.24–34.
175. Лызлов А.Ф., Мелентьева Р.В., Щербакова Л.И. Применение оптико-радиографи-

- ческого метода для исследования дисперсности промышленных альфа-аэрозолей // Вопросы радиационной безопасности. – 2001. – №1. – С.63–78.
176. Мазуров А.К., Едигенов М.Б. Радиоактивные отходы и проблемы консервации урановых рудников Северного Казахстана // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. II междунар. конф. – Томск : Тандем-Арт, 2004.
177. Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерение. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
178. Макхиджани А., Макхиджани Э. Ядерные материалы сквозь тусклое стекло. Технические и политические аспекты утилизации плутония и высокообогащенного урана. – М. : Пресс, 1995.
179. Макхиджани А., Салеска С. Обманы атомной энергии. Отчет Института исследований энергетики и окружающей среды. – Новосибирск : Нонпарель, 2000. – 359 с.
180. Марадудин И.И., Панфилов А.В. Радиационная обстановка в томских лесах // Лесное хозяйство. – 1995. – №4. – С.18–20.
181. Маринов Б.Н., Голованов О.Г. Распределение и формы миграции токсичных компонентов в природных водах на территории Стрельцовского рудного поля // Геоэкологическое исследование и охрана недр. – М., 1995. – №2. – С.34–42.
182. Марков Г.П. Низкочастотное электромагнитное поле, генерируемое при ядерных превращениях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.471.
183. Маслов В.И. Проведение комплексных радиоэкологических исследований в биоценозах с высоким радиоактивным фоном // Радиоэкол. исслед. в природных биогеоценозах. – М. : Наука, 1972. – С.2–21.
184. Материалы к III итоговой научно-практической конференции курорта Белокуриха и симпозиума о механизмах биофизического действия радоновых вод. – М., 1965.
185. Материалы IV съезда по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность). – М., 2001.
186. Мацуда Х., Хаяси К. Ядерное оружие и человек. – М. : Изд-во иностр. лит., 1959.
187. Медведев Ж.А. Ядерная катастрофа на Урале // Энергия. – 1990. – №1–3.
188. Медведев В.И., Коршунов Л.Г., Черняго В.П. Радиационное воздействие Семипалатинского ядерного полигона на Южную Сибирь (опыт многолетних исследований Восточной и Средней Сибири и сопоставление результатов по Западной Сибири) // Сибирский экологический журнал. – 2005. – №6. – С.1055–1071.
189. Меньшиков В.Ф., Якимец В.Н. Необходимые критерии рассмотрения проектов переработки облученного ядерного топлива // После холодной войны: разоружение, конверсия и безопасность : мат. II междунар. радиоэкол. конф. – Красноярск, 1995. – С.11–19.
190. Методические указания по контролю за радиоактивным загрязнением сельскохозяйственных угодий, прилегающих к атомным электростанциям. – М. : ЦНИАО, 1990.
191. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоак-

- тивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. А.Н. Морья, А.С. Зыковой. – М. : Ин-т биофизики, 1980.
192. Мешков Н.А., Вальцева В.А., Аветисов Г.М. и др. Медико-социальные последствия ядерных испытаний. – М. : Воентехиниздат, 2003.
193. Минеева Н.Я., Маркелов А.В., Петров А.С. и др. Биоиндикация радиационной нагрузки на урбанизированную систему // Биоиндикация в городах и пригородных зонах. – М., 1993. – С.186–190.
194. Многоканальная аэрогамма-спектрометрическая съемка. Временные методические рекомендации по аэрогамма-спектрометрическому обеспечению радиоэкологических и геологических работ с помощью аппаратуры СКАТ–77, СТК. – СПб. : ВИРГ-Рудгеофизика, 1992.
195. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дзиметрии и радиационной гигиене. – М. : Атомиздат, 1974.
196. Морская радиоэкология. – Киев : Наукова думка, 1970.
197. Мосинец В.Н. Радиационно-экологические проблемы добычи и переработки урановых руд : обзор ОНТИ. – М. : НИИпромтехнология, 1993.
198. Мосинец В.Н. Радиоактивные отходы урановодобывающих предприятий и их воздействие на окружающую среду // Атомная энергия. – 1991. – Т.70. – Вып.5.
199. Назаров А.Г. Неизвестный Чернобыль: история, события, факты, уроки. – М., 2006.
200. Назаров И.М., Николаев А.Н., Фрицман Т.Д. Основы дистанционных методов мониторинга загрязнения природной среды. – Л. : Гидрометеоздат, 1983.
201. Недра России: Т.2. Экология геологической среды. – СПб ; М., 2002.
202. Нельсон Д.Дж., Блейлок Б.Г. Исследование хромосом слюнной железы *Chironomus tentans* Fabg из р. Клинич // Вопр. радиоэкологии. – М., 1968. – С.162–173.
203. Непомнящих А.И., Удодов Ю.Н., Шивторов И.В. и др. Радиоэкологические проблемы Байкальского региона // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.228–231.
204. Неро Э.В. Загрязнение воздуха в помещениях // В мире науки. – 1988. – №7. – С.6–13.
205. Неручаев С.Г. Уран и жизнь в истории Земли. – Л. : Недра, 1982.
206. Николайчук Л.В., Фомиченко К.В. Растения: противорадиационное питание. – Минск, 1998. – 255 с.
207. Нилсен Т., Бемер Н. Источники радиоактивного загрязнения в Мурманской и Архангельской областях : докл. объедин. “Белуна”. – Версия 1. – Осло : Белуна, 1994.
208. Новиков Ю.В. Гигиенические вопросы изучения содержания урана во внешней среде и его влияния на организм. – М. : Медицина, 1974.
209. Носов А.В., Иванов А.Б., Дельвин Н.Н. Изучение содержания трития в водных объектах и приземной атмосфере в районе расположения предприятий ядерной энергетики и промышленности // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.183–187.
210. Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего из-

- лучения. Временные критерии для организации контроля и принятия решений. – М., 1991.
211. Озима М. Глобальная эволюция Земли. – М. : Мир, 1990.
212. Особенности радиационной обстановки на Урале. – Екатеринбург, 2004.
213. Отчет по результатам изучения влияния подземных ядерных взрывов на радиационную обстановку в Мирнинском районе Якутской-Саха ССР. – Якутск, 1990.
214. Павлоцкая Ф.И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. – М. : Атомиздат, 1974.
215. Павлоцкая Ф.И., Тюриканова Э.Б., Баранов В.И. Глобальное выпадение радиоактивного стронция по земной поверхности. – М. : Наука, 1970.
216. Пахомов В.Г., Попов Ю.П., Зубов Е.В. и др. Радиоактивное техногенное загрязнение и проблема радона юга Сибири // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.212–215.
217. Перцев Л.А. Ионизирующее излучение биосферы. – М. : Атомиздат, 1973. – 292 с.
218. Петухов В.Д. и др. Автоматизированная система контроля экологической и радиационной обстановки объектов и территорий / ротапринт. –Новосибирск, 1991. – 19 с.
219. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. – М. : Академа, 2004.
220. Плэтт Р.Б. Экологическое действие ионизирующей радиации на организм, сообщества и экосистемы // Вопросы радиоэкологии. – М., 1968. – С.31–56.
221. Плутоний в России. Экология, экономика, политика. – М. : СЭС, 1994.
222. Позолотина В.Н. Отдаленные последствия действия радиации на растения. – Екатеринбург : Академкнига, 2003. – 243 с.
223. Позолотина В.Н. и др. Современное состояние экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты. – Екатеринбург : Гощицкий, 2008.
224. Поляков В.И. Радиоэкологические проблемы нефтепромыслов // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.223.
225. Попов В.К., Лукашевич О.Д., Попова Л.В. и др. Эколого-гидрогеохимические условия эксплуатации систем водоснабжения г. Томска и г. Северска вблизи хранилищ жидких радиоактивных отходов // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.298–300.
226. Попов В.К. и др. Оценка защищенности пластовых вод Обь-Томского междуречья и разработка рекомендаций по безопасному водопользованию // Геоэкология. – 1997. – №6.
227. Последствия Чернобыльской катастрофы: здоровье среды. – М., 1996. – 169 с.
228. Привалова Л.И., Канцельсон Б.А. Некоторые подходы к выявлению отдаленных последствий воздействия радиоактивного загрязнения территории на организм жителей промышленного города. – Екатеринбург, 1993. – 22 с.
229. Принципы и методика геохимических исследований при прогнозировании и по-

- исках рудных месторождений : метод. указ. / под ред. А.А. Смылова и др. – Л. : Недра, 1979.
230. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиоэкология после Чернобыля. – М. : Мир, 1999.
231. Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях : тез. докл. междунар. конф., 24–26 апреля 2000 г. – М. ; СПб. : Гидрометеоиздат. – 2000.
232. Радиоактивные выпадения от ядерных взрывов. – М. : Мир, 1968.
233. Радиоактивность и пища человека. – М. : Атомиздат, 1971. – 371 с.
234. Радиоактивное загрязнение внешней среды. – М. : Госиздат литературы в области атомной науки и техники, 1962. – 272 с.
235. Радиационная безопасность при разведке и добычи урановых руд. – М. : Атомиздат, 1977.
236. Радиационное наследие холодной войны. – М. : Российский Зеленый Крест, 1999. – 375 с.
237. Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях. – Обнинск, 2002.
238. Радиация: дозы, эффекты, риск. – М. : Мир, 1988. – 78 с.
239. Радиоэкологические исследования в природных биоценозах : сборник / под ред. И.И. Верховской. – М. : Наука, 1972.
240. Радиоэкологические и биологические последствия низкоинтенсивных воздействий // Труды науч. центра УрО РАН Коми. – Сыктывкар, 2003. – №172.
241. Рамзаев П.В. Отчет о заседании Международной комиссии по радиологической защите в Аргентине, сентябрь 1988 г. – Л., 1989.
242. Рачинский В.В. Сознание без знаний слепо // Бюллетень ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №1. – С.45–47.
243. Рекомендации 2003 Европейского Комитета по радиационному риску: регламентирующее издание / Пер. с англ. – Брюссель, 2003.
244. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск : Изд-во ТПУ, 1997.
245. Рихванов Л.П. Радиогеохимическая типизация рудномагматических образований (на примере Алтае-Саянской складчатой области). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. “Гео”, 2002.
246. Рихванов Л.П., Арбузов С.И., Ершов В.В., Поцелуев А.А. Радиоактивные элементы в углях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.104–109.
247. Рихванов Л.П., Архангельская Т.А., Несветайло В.Д. Изучение уровня и динамика накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев // Геохимия. – 2002. – №1. – С.1238–1245.
248. Рихванов Л.П., Архангельская Т.А. Способ оценки радиоэкологического загрязнения окружающей среды // Патент на изобретение с приоритетом от 13.05.2004, №2265869.
249. Рихванов Л.П., Грязнов С.А., Сарнаев С.И. Естественные радиоактивные элемен-

- ты в почвах Томской области // Природокомплекс Томской области. – Томск : Изд-во ТГУ, 1995. – С.197–212.
250. Рихванов Л.П., Зубков Ю.Г., Салеев А.А. “Горячие частицы” как радиационно опасный фактор в зоне действия предприятий ядерного топливного цикла // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.188–190.
251. Рихванов Л.П., Нарзулаев С.Т., Язиков Е.Г. и др. Геохимия почв и здоровье детей Томска. – Томск : Изд-во ТГУ, 1993.
252. Рихванов Л.П. Радиоэкологическая обстановка на территории бассейна реки Обь // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.270–275.
253. Рихванов Л.П., Сарнаев С.И., Язиков Е.Г. Выявление основных источников загрязнения и прогнозирование состояния здоровья населения методами геохимического нормирования компонентов природной среды // Тезисы докл. IV междунар. симпозиума по проблемам прикладной геохимии. – Иркутск, 1994.
254. Рихванов Л.П., Сарнаев С.И., Язиков Е.Г. Почва как депонирующая среда при изучении техногенного фактора воздействия на природу // Проблемы региональной экологии. Региональный мониторинг. – Томск, 1994. – Вып.3. – С.35–46.
255. Рихванов Л.П. Состояние окружающей среды и здоровье населения в зоне влияния Сибирского химического комбината : аналит. обзор. – Томск : Изд-во ТПУ, 1994.
256. Рихванов Л.П. Структура и признаки природно-техногенного биогеохимического района в зоне влияния ядерных производств // Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы : мат. II российской школы. – М. : Биогел, 1999. – С.79–80.
257. Рихванов Л.П. Уран и торий в почвах // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.308–313.
258. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Грязнов С.А. и др. Предварительная оценка уровней накопления тяжелых металлов в почвах бассейна р. Обь // Природокомплекс Томской области. – Томск : Изд-во ТГУ, 1995. – С.249–259.
259. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сарнаев С.И. Тяжелые металлы в почвах. – Томск : Изд-во ТПУ, 1993.
260. Рихванов Л.П. и др. Способ разбраковки минеральных удобрений // Авторское свидетельство №1821703 от 12.10.92 с приоритетом от 11.11.90.
261. Рихванов Л.П., Готье-Ляфей Ф., Раскошная Т.В. Что подсказала природа человеку на примере изучения естественных ядерных реакторов в Африке // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : тр. II междунар. конф. – Томск : Тандем-Арт, 2004.
262. Россман Г.И., Быховский Л.З., Самсонов Б.Г. Хранение и захоронение радиоактивных отходов. – М. : ВИМС, 2004.
263. Рублевский В.П. и др. Радиоактивный углерод в биосфере. – М. : Атомиздат, 1979.
264. Руководство по методам контроля за радиоактивностью окружающей среды. – М. : Медицина, 2002.

265. Савельев С.В., Москвитина Н.С., Куранов Б.Д. и др. Нарушение эмбриогенеза в природных популяциях позвоночных как индикатор состояния среды обитания человека // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.388–391.
266. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М. : Недра, 1990.
267. Самсонов Б.Г., Самсонова Л.М. Миграция вещества и решение гидрогеологических задач. – М. : Недра, 1987.
268. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. – М. : Бинном, 2006.
269. Сарнаев С.И., Рихванов Л.П., Мерзляков А.Л. Оценка экологической обстановки в г. Северске по результатам геохимического исследования природных сред // Природокомплекс Томской области. – Томск : Изд-во ТГУ, 1996.
270. Сахаров А.Д. Радиоактивный углерод ядерных взрывов и непороговые биологические эффекты // Атомная энергия. – 1958. – Т.4. – Вып.6. – С.576–580.
271. Сауков А.А. Радиоактивные элементы Земли. – М. : Изд-во литературы в области атомной науки и техники, 1961.
272. Севаньяев А.В. и др. Возможности применения методов биологической дозиметрии для ретроспективной оценки доз в связи с последствиями аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1994. – Т.34. – Вып.6. – С.79.
273. Селегей Л.В. Радиоактивное загрязнение в г. Новосибирске – прошлое и настоящее. – Новосибирск, 1997. – 146 с.
274. Семипалатинский испытательный полигон: создание, деятельность, конверсия. – Алма-Ата, 2003. – 344 с.
275. Серкиз И.Я. и др. Биологические эффекты у животных в связи с аварией на Чернобыльской АЭС // Радиобиология. – 1991. – Т.31. – Вып.5. – С.629–703.
276. Сиваченко В.Н., Зеневич М.В., Гарбуз Л.А. Механизмы развития патологии и ее структура при воздействии малых доз радиации на организм человека // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.328–331.
277. Сивинцев Ю.В. Насколько опасно излучение (Радиация и человек). – М. : ИздАТ, 1991.
278. Седнев М.В. Методические особенности объектного экологического мониторинга на урановых горнодобывающих предприятиях // Автореф. дис.... канд. геол.-мин. наук. – М.: ВИМС, 2007.
279. Скворцов В.Г., Иванников А.И., Хамидова Л.Г. и др. Ретроспективная оценка индивидуальных накопленных доз методом ЭПР-спектрометрии эмали зубов у населения Брянской области после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиация и риск. – 1996. – Вып.7. – С.63–71.
280. Смиренный Л.Н., Федосеев Г.А., Моисеев П.М. Восстановление доз облучения населения методом ЭПР-метрии эмали зубов // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.433–435.

281. Смыслов А.А. и др. Радиогеохимические исследования. Методические указания. – Л., 1974. – 140 с.
282. Старков В.Д., Мигунов В.И. Радиационная экология. – Тюмень : Тюмень, 2003.
283. Степанов А.М. Методология биоиндикации и фонового мониторинга экосистем суши // Экотоксикология и охрана природы. – М., 1988. – С.32–56.
284. Стернгласс Э.Дж. Радиоактивность // Химия окружающей среды. – М. : Химия, 1982. – С.414–447.
285. Суслин В.П. Исследование последствий радиоактивного загрязнения районов Новосибирской области. Стохастические эффекты облучения населения. – Новосибирск : ЦЭРИС, 1994.
286. Суслин В.П. Исследование последствий радиоактивного загрязнения районов Новосибирской области. – Новосибирск : ЦЭРИС, 1995.
287. Суслин В.П. Радиационная опасность “горячих частиц” // Радиационная безопасность и защита населения : тез. докл. междунар. науч.-практич. конф., апрель 1995 г. – Екатеринбург, 1995. – С.33–34.
288. Суслин В.П. Отдаленные эффекты облучения у населения вследствие длительного воздействия малых и сверхмалых доз ионизирующей радиации. – Новосибирск, 1999.
289. Суслин В.П. Лекции о ионизирующей радиации. – Новосибирск, 2004.
290. Сухоруков Ф.В. Проблемы ретроспективного анализа радиоактивного загрязнения юга Западной Сибири (глобальный фон, локальные выпадения) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.232–235.
291. Сухоруков Ф.В. и др. Закономерности распределения и миграции радионуклидов в долине реки Енисей. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2004.
292. Сухоруков Ф.В., Гавшин В.М., Маликова И.Н. и др. Радиоцезий и стронций-90 в компонентах окружающей среды Алтайского региона // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.235–238.
293. Сухоруков Ф.В., Щербов Б.Л., Страховенко В.Д. и др. Экологическая обстановка (радионуклиды, тяжелые металлы) территорий Нюрбинского и Усть-Алданского улусов Республики Саха (Якутия). – Якутск, 2001. – 155 с.
294. Тараборин Д.Г. и др. Радиология нефтеносных районов западного Оренбуржья. – Оренбург : Оренб. у-нт, 2003.
295. Терентьев М.В., Терентьев Р.П. Уровни облучения шахтеров неурановых шахт России // Научно-информационный журнал АНРИ, 1996–1997. – Вып.3 (9).
296. Тельдешы Ю., Кенда М. Радиация – угроза и надежда. – М. : Мир, 1979.
297. Тимофеев В.А. Техногенное радиоактивное загрязнение аллювиальных отложений Енисея // После холодной войны: разоружение, конверсия и безопасность : мат. II междунар. радиоэкол. конф. – Красноярск, 1995. – С.165–171.
298. Тимофеев-Ресовский Н.В., Савич А.В., Шальников М.И. Введение в молекулярную биологию (физико-химические основы). – М. : Медицина, 1981.
299. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. – М. : МГУ, 2000.



300. Титов В.К., Дашков Б.П., Черник Д.А. Экспрессные определения радона в почвах и зданиях. – СПб., 1992.
301. Тихомиров Ф.А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы. – М. : Атомиздат, 1972.
302. Тихомиров Ф.А. Радиоэкология йода. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 87 с.
303. Торопов А.В. Накопление техногенных радионуклидов компонентами экосистемы нижней Томи : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2006.
304. Трапезников А.В. и др. Радиоэкологическая характеристика рек Теча–Исеть–Тобол // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.191–193.
305. Трапезников А.В., Чеботина М.Я., Трапезникова В.Н. и др. Радиоэкологическое состояние Белоярского водохранилища – водоема-охладителя атомной станции // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С. 196–199.
306. Требования к изучению территорий, загрязненных радиоактивными продуктами глобальных, региональных и локальных выпадений от ядерных взрывов, предприятий атомной энергетики и промышленности. – М. : Госкомгидромет, 1990.
307. Тушков Б.П., Андреев О.Н., Бойко В.И. и др. Спектрометрический анализ образцов почв Рубцовского района // Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края. – Барнаул, 1993. – Т.1. – Кн.1. – С.88–92.
308. Тюриканова Э.Б. Радиогеохимия почв полесий Русской равнины. – М. : Наука, 1974.
309. Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде : мат. междунар. науч-практич. конф. – Семипалатинск : Изд-во ун-та “Семей”, 2000.
310. Утилизация плутония: проблемы и решения // Тезисы докладов IV междунар. радиоэкол. конф., г. Красноярск, 5–10 июня 2000 г. – Красноярск, 2000.
311. Уткин В.И., Чеботина М.Я., Евстигнеев А.В. и др. Особенности радиационной обстановки на Урале. – Екатеринбург, 2004.
312. Учебно-методическое руководство по радиоэкологии и обращению с радиоактивными отходами для условий Казахстана. – Алма-Ата : Волковгеология, 2002. – 303 с.
313. Федосеев Г.А. Региональное радиационное картирование по результатам реконструкции обобщенных радиометрических параметров // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. II междунар. конф. – Томск : Тандем-Арт, 2004.
314. Феоктистов Л.П. Оружие, которое себя исчерпало. – М. : Росс. комитет ВМПЯП, 1999.
315. Флешер В.И., Тупяков В.И., Котова А.И. и др. Радиоактивность россыпных золоторудных объектов Восточного Забайкалья и предложения по минимизации их воздействия на окружающую среду и человека // Вестник МАНЭБ (специальный выпуск). – 2004. – Т. 9, №6.
316. Форвуд М. Деятельность ядерного объекта Селлафилд (Англия) с точки зрения местной группы защитников окружающей среды // Судьба отработавшего ядерного

- топлива: проблемы и реальность : мат. III междунар. конф., г. Красноярск, 18–21 июня 1996 г. – Красноярск, 1996. – С.73–81.
317. Хайкович И.М., Мац Н.А., Харламов М.Г. Классификация месторождений твердых полезных ископаемых по радиационной опасности // Региональная геология и металлогения. – 1999. – №8.
318. Харитонов К.В., Шипко Ю.Е. Новая Земля: оценка радиационной безопасности и экологических последствий ядерных испытаний // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1993. – №8. – С.65–72.
319. Хвостова М.С. история изучения естественной и искусственной радиоактивности природных объектов в России : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М. : Ин-т истории естествознания и техники. – 2006.
320. Хефлинг Г. Тревога в 2000 г. – М. : Мысль, 1990.
321. Хитров Л.М. “Горячие частицы” – что же это такое? // Геохимические пути миграции искусственных радионуклидов в биосфере : тез. докл. конф., г. Гомель, окт. 1990. – М., 1990. – С.78.
322. Холейди Р.А. и др. Проблемы радона в урановых рудниках. – М. : Госатомиздат, 1961.
323. Холл Э.Дж. Радиация и жизнь // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №10.
324. Хрисанфов Ю.В. Радиоэкологические проблемы при нефтедобыче // Радиоэкологическая безопасность России: Мат. конф., 20–22 июня 1995 г. – Челябинск, 1995. – С.69.
325. Хэмфри Дж. Х., Бархоп И., Лэс Г.Х. и др. Радиоактивная опасность (опасность от радиоактивных выпадений в результате ядерных взрывов). – М. : Атомиздат, 1958.
326. Цыганов А. Радиоактивное загрязнение территории Якутии в результате ядерных испытаний в атмосфере, проведения мирных ядерных взрывов и деятельности горнодобывающих предприятий // Радиационное загрязнение территории Республики Саха (Якутия): проблемы радиационной безопасности : мат. конф. – Якутск : Полиграфист, 1993.
327. Часников И.Я. и др. Изучение накопления и распределения радиоактивных источников и радиационных нарушений в природных объектах и определение года их радиоактивного загрязнения // Радиоэкологическая обстановка на территории Республики Казахстан. – Алма-Ата, 1997. – 168 с.
328. Часников И.Я. Эхо ядерных взрывов. – Алма-Ата, 1996. – 98 с.
329. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. – Екатеринбург, 2005.
330. Челюканов В.В. и др. О радиационной обстановке в Пермской области // Бюлл. ЦОИ по атомной энергии. – 1992. – №2. – С.72–74.
331. Чернобыльская катастрофа: причины и следствия: в 3 т. – Минск: Тест, 1993.
332. Черняго Б.П., Непомнящих А.И., Пампура В.Д. Торон и радон в почвах Прибайкалья // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.216–218.
333. Чернобыльская катастрофа / гл. ред. В.Г. Барьяхтар. – Киев : Наукова думка, 1995.

334. Чехов В.П. Влияние радиоактивности воды курорта Белокуриха // Белокуриха. Сибирский радиоактивный курорт. – Новосибирск : Зап.-Сиб. краевое изд-во, 1936.
335. Чешев В.В. Открытие радиоактивности и человеческое познание // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.21–24.
336. Чегев В.П., Краморовский Я.М. Радиоактивность и эволюция вселенной. – М. : Наука, 1978.
337. Чижевский А.Л. Эхо солнечных бурь. – М. : 1973.
338. Чомчоев А.И. Обзор атмосферных, подземных ядерных взрывов в мирных, военных целях и их влияние на окружающую среду // Радиационное загрязнение территории Республики Саха (Якутия): проблемы радиационной безопасности : мат. конф. – Якутск, 1993. – С.57–64.
339. Чомчоев А.И. Радиационные проблемы на территории республики Саха (Якутия) // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.277–280.
340. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных пылевых выпадений на территории Обского бассейна : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2001.
341. Шаров В.Б. Здоровье и радиация. – Челябинск : Изд-во УСДЭНТП, 1993.
342. Шевченко В.А., Померанцева М.Д. Генетические последствия действия ионизирующих излучений. – М. : Наука, 1985.
343. Шевченко И.Н., Даниленко А.И. Природная  $\beta$ -радиоактивность растений, животных и человека. – Киев : Наукова думка, 1989.
344. Шевченко Ю. Клинические аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Военный врач. – 1996. – №8. – С.1.
345. Шеханова И.А. Радиоэкология рыб. – М. : Легкая и пищевая пром., 1983.
346. Шведов В.П., Пашин С.А. Радиоактивность океанов и морей. – М. : Атомиздат, 1968.
347. Штреффер К. Радиационная биохимия. – М. : Атомиздат, 1972.
348. Щербов Б.Л., Лебедев В.И. Населению Республики Тува популярно о радиации. – Новосибирск ; Кызыл, 1997.
349. Эйдус Л.Х., Корыстов Ю.Н. Кислород в радиобиологии. – М. : Энергоатомиздат, 1984.
350. Эйдус Л.Х. Мембранный механизм биологического действия малых доз. Новый взгляд на проблему. – М., 2001.
351. Эйзенбад М. Радиоактивность внешней среды. – М. : Атомиздат, 1967.
352. Экологические аспекты экспертизы изобретений : справ. ; в 2 т. – М. : ВНИИПИ, 1989.
353. Экология и безопасность : справ. ; в 3 т. – М. : ВНИИПИ, 1989.
354. Экспертиза радиологических последствий и оценка защитных мероприятий : доклад Междунар., консуьлт. совета “Международный чернобыльский проект”. – М., 1992.

355. Юдович Я.Э. и др. Торий в углях. – Томск : Тандем-Арт, 2004.
356. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Уран в углях. – Сыктывкар : Изд-во УРО РАН, 2001.
357. Юнг Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы. – М. : Мир, 1965.
358. Яблоков А.В., Нестеренко З.Б., Нестеренко А.В. Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы. – СПб. : Наука, 2007.
359. Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края: Материалы научных исследований : в 6 т. – Барнаул, 1993.
360. Язиков В.Г. и др. Геотехнология металлов. – Алма-Ата, 2005.
361. Язиков Е.Г., Рихванов Л.П. Содержание радиоактивных и редкоземельных элементов в аэрозольных выпадениях снегового покрова различных территорий Западной Сибири // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф., г. Томск, 22–24 мая 1996 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 1996. – С.313–316.
362. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. – 3-е изд. – М. : Высшая школа, 1988.
363. Baltakmens T. Uranium-238 and radium-226 equilibrium and thorium: uranium ratio in New Zealand soils. Their relationship to iron and potassium content // N. Z. J. Sci. – 1976. – №.4. – P.375–382.
364. Bradley D.I., Frank C.W., Mikerin Y. Nuclear contamination from weapons complexes in the former Soviet Union and the United States // Physics Today. – April, 1996. – P.40–45.
365. Campos M.J., Penna-Franca E., Lobao N. et al. Migration of Radium from the Thorium Ore Deposit of Morro do Ferro, Pocos de Caldas, Brazil // J. Environ. Radioactivity. – 1986. – Vol.3. – P.145–161.
366. Closing the Circle on the splitting of the atom. The environmental legacy of the nuclear weapons production in the United States and What the Department of Energy in doing about it // The U.S. Department of Energy Office in Environmental Management. – January, 1995.
367. Duffa C. Repatition du plutonium et de L'americum dans L'Environnement terrestre de La basse Vallée Du Rhone. These pour obtenir le grade de Docteur De Universite AIX. – Marseille, 2003. – 164 p.
368. ECRR. Rekomendations of the Evropean Committee on Radiation Risk: Regulator's Edition. – Brussels, 2003. – 186p.
369. Enviromental Radioactivity from Natural, Industrial, and Military Sources. 4<sup>th</sup> Edition. – Academic Press, 1997.
370. Fritz. Tritium variability of repeated samplings of well waters in Southern Ontario // Miner. Mag. – 1994. – Vol.58 (A). – P.17–19.
371. Gauthier-Lafaye F., Pourcelot L., Eikenberg J. et al. Radioisotop contaminations from releases from the Tomsk-Seversk nuclear facility (Siberia? Russia) // J. Environ. Radioactiv. – 2007. – Vol.98. – P.301–314.
372. Gilkeson R.H., Cahill R.A., Gendron C.R. Natural background radiation in the proposed Illinois SSC siting area // Environ. Geol. Notes. 111. State Geol. Surv. – 1988. – №127. – P.1–47.

373. Greeman D.J., Rose A.W., Jester W.A. Form and behavior of radium, uranium and thorium in Central Pennsylvania soils derived from dolomite // *Geophys. Res. Lett.* – 1990. – Vol.17. – №.683. – P.833–836.
374. Gudkov I.M., Vinichuk M.M. Radiobiology and radioecology. – Kyiv, 2006.
375. Shacklette H.T., Boemgen J.G. Element concentrations in soils and other surficial materials of the conterminous United States. // *Geol. Surv. Profess. Par.*, 1984. – No.270. – P.1–105.
376. Ilyinskikh N. et al. Breaks of chromosomes in the region of oncogenes and circulation of Epstein-Barr virus among the local population that had been subjected to the effects of radiating deposits // *Journal of BUON.* – 1996. – No.1. – P.11–15.
377. Ilyinskikh N. et al. The assessment of frequencies of micronucleated erythrocytes in peripheral blood of pigeons living in the radioactive polluted area around the Siderian Chemical Plant // *Environmental Pollution.* – Elsevier Applied Science. – 1996.
378. Isamu Hayaata. Biological dosimetry by chromosome analysis // *Радиация и риск.* – 1996. – Вып.23. – С.34–42.
379. Ismail S.S., Grass F. INAA of some rare and trace elements of Egyptian soil // *Chem. Erde.* – 1989. – Vol.49. – No.3. – P.235–240.
380. Ivanov V., Tsyb A., Ivanov S., Pokrovsky V. Medical radiological consequences of the Chernobyl catastrophe in Russia. Estimation of radiation risks. – St. Petersburg : Nauka, 2004.
381. Man-Made and Natural Radioactivity in Environmental Pollution and Radiochronology. – Dordrecht–Boston–London : Kluwer Academic Publishers, 2004.
382. Kazuko M., Takashi O., Yasuko T. et al. Distribution of natural radionuclide in the soil in all area of Osaka pref and in Wakasa area offukui pref. // *Annu. Rept Osaka Prefect. Radiat. Res. Hist.* – 1990. – Vol.30. – P.21–23.
383. Nacamura N. et al. Radiation Dose Assessment by Election Spin Resonance Measurement on Tooth Enamel from Atomic-Bomb Servivors // *Radiation and Risk.* – 1996. – P.73–81.
384. Plutonium: Deadly Gold of Nuclear Age. – Cambridge, 1995. – 178 p.
385. Zuzaan P. et al. Results of radiation level study in some territory of Mongolia // *Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : мат. междунар. конф.* – Томск : Тандем-Арт, 2004.

---

Издательство “STT” является лидером научного книгоиздания в Сибирском регионе, имеет собственное представительство в США, что позволяет выпускать литературу с американскими выходными данными, оформленными по международным стандартам. Издательство консультирует по вопросам защиты авторских прав, организации выпуска научной периодики и распространению научных книг и журналов в России и за рубежом.

Лучшие книги, выпущенные Издательством “STT”, находятся в крупнейших библиотеках мира – National Library of Medicine (USA), The British Library (UK), Library of Congress (USA) и в The US Patent Bureau (USA), что обеспечивает их размещение в мировых базах данных.

---

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

---

г. Томск, проспект Ленина 15<sup>Б</sup>-1  
(для корреспонденции: Россия, 634021, г. Томск, а/я 1747)  
тел./факс: (3822) 421-455, 421-477, 206-857,  
e-mail: stt@sttonline.com

**МИР ЖДЕТ ВАШИ КНИГИ!**

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Л.П. Рихванов

РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЕ И ПРОБЛЕМЫ РАДИОЭКОЛОГИИ

Дизайн – Е.В. Хоружая  
Верстка, корректура – В.О. Кошечев  
Менеджер проекта – Т.В. Тихонова  
Редактор – С.В. Алексеев

Издательство “СТТ”  
(Scientific & Technical Translations)  
Россия, г. Томск, 634021, а/я 1747  
тел./факс: (3822) 421-455, 421-477, 206-857  
e-mail: stt@sttonline.com

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

Формат 70x100/16. Усл. печ. л. 34,9. Уч. изд. л. 27,9.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 1000 экз. Заказ 342.