



Научно-технический журнал
Издается с 2013 года.
Выходит четыре раза в год.
№2(18), 2017
(апрель-июнь)

Главный редактор
Ильичев В.А. академик РААСН,
д-р техн. наук, проф.

Заместители главного редактора
Емельянов С.Г. д-р техн. наук, проф.
Колчужнов В.И. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Редакция

Азаров В.Н. д-р техн. наук, проф.
Акимкин Е.М. канд. социол. наук
Алексашина В.В. д-р архитектуры, проф.
Асеева И.А. д-р филос. наук, проф.
Бакаева Н.В. д-р техн. наук, доц.
Бок Т. д-р техн. наук, проф. (Германия)
Брандль Х. д-р техн. наук, проф. (Австрия)
Бредихин В.В. д-р экон. наук, доц.
Булгаков А.Г. д-р техн. наук, проф.
Волков А.А. ч.-к. РААСН, д-р техн. наук, проф.
Гордон В.А. д-р техн. наук, проф.
Егорушкин В.А. канд. с.-х. наук, доц.
Ежов В.С. д-р техн. наук, проф.
Кобелев Н.С. д-р техн. наук, проф.
Леднев В.И. д-р техн. наук, проф.
Лисеев И.К. д-р филос. наук, проф.
Неделин В.М. проф.
Осипов В.И. акад. РАН, д-р техн. наук, проф.
Пилпенко О.В. д-р техн. наук, проф.
Сергейчук О.В. д-р техн. наук, проф. (Украина)
Теличенко В.И. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.
Тур В.В. д-р техн. наук, проф. (Белоруссия)
Федоров В.С. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.
Федорова Н.В. д-р техн. наук, проф.
Чернышов Е.М. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.
Шах Р. д-р техн. наук, проф. (Германия)
Шубин И.Л. д-р техн. наук, проф.

Ответственная за выпуск
Скрипкина Ю.В. канд. техн. наук

Адрес редакции
305040, Россия, г. Курск,
ул. 50 лет Октября, д.94
Тел.: +7 (4712) 22-26-04, www.swsu.ru
E-mail: biosfera_swsu@mail.ru

Подписной индекс **94005** по объединенному каталогу
«Пресса России»

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий и мас-
совых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № **ФС77-56639**

© ЮЗГУ, 2016
© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2016
© БГИТУ, 2016
© НИИСФ РААСН, 2016
© МГСУ, 2016
© ВолгГАСУ, 2016

БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ: ЧЕЛОВЕК, РЕГИОН, ТЕХНОЛОГИИ

Учредители

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ),
г. Курск

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени
И.С. Тургенева» (ОГУ имени И.С. Тургенева), г. Орел

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический
университет» (БГИТУ), г. Брянск

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук»
(НИИСФ РААСН), г. Москва

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет» (МГСУ), г. Москва

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный
технический университет» (ВолгГАСУ), г. Волгоград

Журнал включен в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК
Минобрнауки России по группе научных специальностей 05.23.00

Содержание

Биосферосовместимые технологии

| | |
|--|----|
| Алексашина В.В. Атомные электростанции в мировой энергетике и проблемы экологии..... | 3 |
| Городецкий В.Г., Ившин С.В., Предеина М.А. Разработка производства актуальной для ядерной медицины изотопной продукции в АО «Институт реакторных материалов»..... | 12 |
| Дерябина Д.М., Жуковский М.В. Разработка биокинетической модели препарата на основе ¹⁷⁷ Lu и метиленидифосфоната..... | 20 |
| Пименов С.В., Дьяков А.А., Екидин А.А. Совершенствование трекового метода контроля герметичности оболочек ТВЭЛов реактора ИВВ-2М..... | 30 |
| Горбулин А.Н. Подземные атомные электростанции..... | 37 |

Проблемы и программы развития регионов

| | |
|---|----|
| Патраков Э.В., Разикова Н.И., Попов В.Д., Шистерова А.А. Организационные и психологические аспекты определения категорий населения для проведения массовой информационно-разъяснительной работы по обеспечению радиационной безопасности..... | 45 |
| Горин Н.В., Александрова М.В., Токарь Л.Ф., Головихина О.С. Информационное обеспечение разъяснительной работы с населением по вопросам радиационной безопасности..... | 57 |

Экологический мониторинг, гуманитарный баланс и нормирование

| | |
|--|-----|
| Екидин А.А., Васильев А.В., Васянович М.Е. Современные технологии управления воздействием на окружающую среду как инструмент соблюдения принципа ALARA..... | 67 |
| Крышев А.И., Сазыкина Т.Г. Современные подходы в нормировании выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух по экологическим критериям..... | 75 |
| Малиновский Г.П., Васильев А.В., Онищенко А.Д. Ретроспективная оценка уровней облучения населения Уральского региона, проживающего на загрязненной территории, от естественных источников ионизирующего излучения..... | 83 |
| Никтенко Е.И., Мурашова Е.Л. Состав выбросов инертных радиоактивных газов, образующихся в процессе эксплуатации промышленной реакторной установки на ФГУП «ПО «МАЯК»..... | 90 |
| Пышкина М.Д. Определение основных дозообразующих нуклидов в выбросах АЭС PWR и ВВЭР..... | 98 |
| Ярмошенко И. В. Радон как фактор облучения населения России..... | 108 |

Уважаемые авторы!..... 117

В.В. АЛЕКСАШИНА

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

В статье сравнивается влияние различных видов производства энергии на человека и окружающую среду: углеродных источников (уголь, нефть, газ), гидро- и атомной энергии. Приведена динамика мирового потребления первичных источников энергии за последние 100 лет (1900-2000 г.г.), в том числе атомной энергии, начало которой было положено в 60-е годы 20 века (В среднем в мире потребление всех видов энергии за 100 лет выросло в 17 раз, при росте населения в четыре раза).

Нефть и газ сегодня являются основой экономики современного общества. Ежегодно в мире сжигается 9 млрд. тонн условного топлива, в результате образуются миллионы тонн оксидов углерода, азота, серы, которые выпадают на Землю в виде кислотных дождей, что приводит к гибели биоты. В статье приводятся примеры влияния на биоту и человека предприятий углеводородной энергетики (ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС, РТС, котельных), а также так называемой «малой энергетики».

В специальной таблице представлено участие основных промышленных стран мира в создании парникового эффекта и потеплении климата (в этих процессах АЭС не участвуют).

Однако, атомная энергетика имеет и свои экологические проблемы:

- огромный ущерб от возможных аварий;
- проблемы утилизации ядерных отходов;
- пока в мире нет опыта вывода АЭС из эксплуатации с рекультивацией использованной территории.

Перспективы атомной промышленности будут зависеть от обеспечения безотказной работы, решения вопросов переработки и захоронения отработанного ядерного топлива.

Ключевые слова: *цивилизационный минимум, углеродная энергетика, атомная энергетика, структура мировой энергетики, глобальное потепление, парниковый эффект, губительное изменение биосферы, постиндустриальная цивилизация, альтернативные виды энергии, экология.*

В.Г. ГОРОДЕЦКИЙ, С.В. ИВШИН, М.А. ПРЕДЕИНА

РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВА АКТУАЛЬНОЙ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ ИЗОТОПНОЙ ПРОДУКЦИИ В АО «ИНСТИТУТ РЕАКТОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Основными целями и задачами деятельности АО «Институт реакторных материалов» в атомной отрасли Российской Федерации в настоящее время являются: проведение испытаний и исследований для обоснования безопасного и эффективного применения ядерной энергии и радиационных технологий, производство радиоактивных изотопов различного назначения. АО «Институт реакторных материалов» (АО «ИРМ») обладает мощной производственной базой: исследовательский реактор ИВВ - 2М для наработки изотопного сырья, горячие камеры, радиохимическое оборудование, участок по изготовлению облучательных устройств. На сегодняшний день в структуре производственной деятельности предприятия порядка 40% радиоизотопной продукции выпускается для нужд промышленности, в том числе иридий-192 для источников гамма-излучения, применяемых в дефектоскопии, реализуется комплексный проект по созданию производства источников ионизирующего излучения с радионуклидом иридий-192 и радиофармацевтического прекурсора изотопом лютеций-177 для ядерной медицины. АО «ИРМ» создает комплекс производств на основе ядерных технологий по производству высококонкурентной продукции с использованием возможностей реакторов ИВВ - 2М, БН - 600 и БН - 800. В том числе, радиофармпрепаратов, радионуклидных источников медицинского и промышленного назначения. В рамках этой работы реализуется целый ряд проектов, нацеленных на импортозамещение, обеспечение укрепления позиций АО «ИРМ» на внешнем рынке и экспансию на зарубежные рынки с продукцией более высокого передела. В настоящей статье рассматриваются радиоизотопы, актуальные для ядерной медицины. Определены перспективные изотопы, организация производства которых принципиально возможна на реакторе ИВВ - 2М.

Ключевые слова: *ядерная медицина, брахитерапия, радиоактивные изотопы.*

Д.М. ДЕРЯБИНА, М.В. ЖУКОВСКИЙ

РАЗРАБОТКА БИОКИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ ^{177}Lu И МЕТИЛЕНДИФОСФОНАТА

В работе рассмотрены возможности применения препарата на основе радионуклида ^{177}Lu для паллиативной терапии костных метастазов. ^{177}Lu – перспективный радионуклид с точки зрения использования в ядерной медицине. Высокая энергия бета-частиц и относительно короткий период полураспада радионуклида позволяют достичь эффективного лечения. Технология адресной доставки радионуклида к патологическому очагу применяется для минимизации дозовых нагрузок на здоровые органы и ткани. Такой результат достигается за счет быстрой доставки радиофармпрепарата к опухолевым клеткам. Для направленного действия препарата применяют различные остеотропные комплексы, например метилендифосфонат (MDP). Метилендифосфонат представляет собой фосфонатный комплекс, который участвует в метаболизме костной ткани человека. Следовательно, метилендифосфонат, меченный радионуклидом, будет активно накапливаться в костной ткани с большей метаболической активностью. Цель работы заключается в сравнении дозовых нагрузок на органы и ткани при введении препарата ^{177}Lu -MDP и радионуклида ^{177}Lu в ионной форме. ^{177}Lu относится к классу химических веществ лантаноидов. Радионуклид ^{177}Lu в ионной форме активно накапливается в печени и костной ткани. Фосфонатные комплексы образуют устойчивые соединения с радионуклидом. Это говорит о том, что на всем пути следования препарат ^{177}Lu -MDP представляет собой неразрывное соединение. Распределение и выведение препарата в этом случае будет происходить согласно кинетике носителя, то есть метилендифосфоната. Показано, что использование остеотропного комплекса позволяет создать в патологическом очаге большую дозу и минимизировать нагрузку на здоровые органы и ткани.

Ключевые слова: ^{177}Lu , метилендифосфонат, паллиативная терапия, костные метастазы, радионуклидная терапия, радиофармпрепарат.

С.В. ПИМЕНОВ, А.А. ДЬЯКОВ, А.А. ЕКИДИН

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕКОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ РЕАКТОРА ИВВ-2М

Безопасность ядерных реакторов обеспечивается системой физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ при их возможном выходе из топлива в окружающую среду. Радиационный контроль состояния защитных барьеров, который обязательно включает контроль герметичности оболочек (КГО) тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) является одним из основных видов радиационного контроля на ядерных реакторах. Система контроля герметичности оболочек тепловыделяющих элементов является одной из основных систем, обеспечивающих безопасную эксплуатацию исследовательской ядерной установки. В состав системы контроля герметичности оболочек реактора входят как оперативные системы, предназначенные для функционирования на работающем реакторе, так и системы, функционирующие на остановленном реакторе. Приведено описание «влажного» варианта метода пластиковых трековых детекторов для определения содержания урана в теплоносителе первого контура исследовательского реактора ИВВ - 2М. Получены и проанализированы результаты применения различных материалов в качестве трековых детекторов для определения микроколичеств ^{235}U в теплоносителе. Выбор лавсана в качестве пластикового трекового детектора обеспечил высокую чувствительность и селективность определения урана. Предел обнаружения ^{235}U в теплоносителе не превышает значения $3 \cdot 10^{-12}$ г/см³. Метод позволяет проводить исследования массопереноса и накопление урана в первом контуре. Метод пластиковых трековых детекторов обеспечивает высокую чувствительность и селективность определения урана. Метод может быть использован для технологических нужд и в исследовательских работах. Метод определения микроколичеств ^{235}U является одним из методов контроля герметичности оболочек ТВЭЛов, используемых на исследовательском водо-водяном реакторе ИВВ - 2М. Метод применим для выявления крупных дефектов оболочки ТВЭЛа, когда в теплоноситель попало топливо.

Ключевые слова: ядерный реактор, теплоноситель, трековый детектор, уран-235.

А.Н. ГОРБУЛИН

ПОДЗЕМНЫЕ АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В статье рассматривается исторический опыт размещения атомных электростанций под землей, в частности, на примере Горно-химического комбината в городе Железногорск, он же Красноярск-26. В пользу такого расположения приведены доводы А.Д. Сахарова, который неоднократно заявлял, что энергетическое будущее за подземными атомными электростанциями. Также в статье автором предложена принципиальная схема таких АЭС с обозначением ключевых узлов: энергоблока, теплообменника, научно-производственного комплекса, хранилища отходов. Такое расположение предполагает полностью безвредное для природы производство электроэнергии с минимальными рисками в случае чрезвычайной ситуации. Под землей можно перерабатывать и складировать отходы с последующим их захоронением. В случае, если нашим ученым удастся замкнуть ядерный топливный цикл в промышленных масштабах, то такая АЭС будет еще ценнее, так как нужда в захоронении ядерных отходов отпадет. Основной проблемой останется только вывод из эксплуатации, который, в случае с подземной атомной электростанцией, можно совершить, захоронив её на месте, в отличие от дорогостоящего вывода наземных АЭС. Другие приведенные схемы наглядно показывают концепции использования и размещения подземных атомных электростанций в различных условиях: подземное пространство города, горная местность, океан.

Все эти решения показывают практическую значимость такой идеи в контексте биосферной совместимости АЭС. Это значит, что такая атомная электростанция не будет наносить вреда биоте, что полностью вернет доверие к атомной промышленности как самому экологически чистому способу добычи электроэнергии.

Ключевые слова: атомная электростанция, реактор, подземная АЭС, Красноярск-26, Железногорск.

Э.В. ПАТРАКОВ, Н.И. РАЗИКОВА, В.Д. ПОПОВ, А.А. ШИСТЕРОВА

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИЙ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИОННО-РАЗЪЯСНИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Организация информационной работы с населением по вопросам радиационной безопасности предполагает учет всего многообразия факторов, определяющих радиационную обстановку и медико-социально-психологический «портрет» населения. Для определения категорий населения с целью проведения массовой информационно-разъяснительной работы были использованы методы теоретического анализа научной литературы по данной проблеме, перевода, синтеза научных трудов. Авторами был проведен анализ: нормативно-правовых документов; основополагающих теоретических и эмпирических исследований в области радиационной безопасности, радиационной экологии, гигиены, медицины, социологии, психологии; материалов образовательных ресурсных центров и общественных организаций. В статье на основе анализа нормативно-правовых актов и научной литературы представлен авторский подход к определению категорий населения с точки зрения проведения информационно-разъяснительной работы по обеспечению радиационной безопасности. Рассмотрены организационные и психологические аспекты выделения категорий населения. Основными методами информационно-разъяснительной работы являются: лекция; обучающий модуль (образовательный информационный интернет - ресурс, аудио - лекция); тренинг / ролевые игры; наглядные пособия / памятки; парламентские слушания / заседания комитетов, комиссий, рабочих групп, экспертных советов; общественные слушания / предложения в Законодательство; научно-методические семинары / конгрессы / конференции; телепередачи / радиопередачи; социальные сети; викторины, игровые конкурсы. Таким образом, на основе анализа нормативно-правовых документов и научной литературы представлена авторская попытка классифицировать группы населения в разрезе проведения массовой информационно-разъяснительной работы о радиационной безопасности. Важным является тот момент, что классификация проведена с учётом организационных и психологических аспектов безопасности.

Ключевые слова: радиационная безопасность, информационно-разъяснительная работа, категоризация населения; психологические риски.

Н.В. ГОРИН, М.В. АЛЕКСАНДРОВА, Л.Ф. ТОКАРЬ, О.С. ГОЛОВИХИНА

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗЪЯСНИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С НАСЕЛЕНИЕМ ПО ВОПРОСАМ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Показана назревшая необходимость проведения информационно-разъяснительной работы с населением по вопросам радиационной безопасности для изменения его отношения к развитию атомной энергетики и повышению радиационной грамотности. Рассмотрены особенности проживания вблизи ядерно-опасных объектов и высказано мнение, что проблемы радиационной безопасности интересны населению лишь в той степени, как они влияют на качество жизни, здоровье, работу и окружающую среду и перечислены волнующие их вопросы. Утверждается, что любая беседа с населением по проблемам радиационной безопасности очень быстро перейдет к обсуждению именно этих вопросов, поэтому преподаватель должен быть готов их обсуждать и обосновывать безопасность и ответственность политики Госкорпорации «Росатом», квалификацию его сотрудников и аргументировано противодействовать альтернативным точкам зрения на развитие атомной энергетики. Предложены основные требования к проведению занятий и минимальный объем знаний, который желательно донести до населения. Подчеркнута роль памяток с концентрированной информацией, которые следует вручать слушателям в качестве раздаточного материала после занятий. Отмечено, что следует использовать только официальные источники информации для разъяснительной работы с населением, в основном, Госкорпорацией «Росатом» и крупными научными центрами России. Сформулированы требования к квалификации преподавателей, проводящих информационную работу с населением, представлен перечень проблем, в которых они должны свободно ориентироваться. Из предложенных официальных источников отобрана и систематизирована информация для авторитетных категорий населения (педагогов, медицинских работников, социологов, представителей органов власти и СМИ), которые взаимодействуют с населением и отдельными гражданами и влияют на их отношение к атомной энергетике. Она разбита на рубрики, которые позволяют достаточно быстро находить нужную информацию. Сформирован пакет информационных материалов для работы со школьниками и проиллюстрирована возможность его использования в учебном процессе. Пакет передан для пробного использования в школы г. Снежинска.

Ключевые слова: радиационная безопасность, информирование населения, авторитетные группы населения, пакет информационных материалов.

А.А. ЕКИДИН, А.В. ВАСИЛЬЕВ, М.Е. ВАСЯНОВИЧ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КАК ИНСТРУМЕНТ СОБЛЮДЕНИЯ ПРИНЦИПА ALARA

Основой стратегического планирования деятельности в решении комплексных научно-технических задач является технология системного управления. Системная методология, системная инженерия, системы управления появились в середине 20 века как ответ на резкое усложнение научных, технических и управленческих проблем и рост ответственности за результаты деятельности. В основе эффективной деятельности по созданию и эксплуатации сложных инженерных объектов лежат не только технические, но и управленческие аспекты такой деятельности. В настоящей статье рассмотрены изменения требований в области радиационной безопасности, направленные на соблюдение принципа оптимизации. Показаны результаты уникальных исследований, вытекающие из ужесточения требований к контролю радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду. Предложены апробированные инструменты постоянного снижения показателей воздействия на окружающую среду и способы решения задач по модернизации систем экологического менеджмента объектов использования атомной энергии. Для любого объекта использования атомной энергии «контекст» деятельности включает внутренние и внешние условия, которые оказывают влияние на систему экологического менеджмента. Контекст организации необходимо учитывать для управления рисками и реализации возможностей СЭМ. Переход с функционального управления на процессное управление позволяет осуществлять непрерывное и тотальное управление воздействием

на окружающую среду. Внедрение требований международного стандарта версии ISO 14001:2015 способствует постоянному снижению воздействия на окружающую среду на основе структурированных и саморегулирующихся процессов системы экологического менеджмента. Для объектов использования атомной энергии реализация требований стандарта ISO 14001:2015 обеспечивает реализацию принципа ALARA в полном объеме.

Ключевые слова: принцип оптимизации, радионуклид, система экологического менеджмента, контекст предприятия, процессный подход.

А.И. КРЫШЕВ, Т.Г. САЗЫКИНА

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В НОРМИРОВАНИИ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

Предложены количественные критерии обеспечения радиационной безопасности природной биоты при выбросах радионуклидов: контрольные концентрации радионуклидов в компонентах окружающей среды (почве и воздухе), рассчитанные таким образом, чтобы их непревышение обеспечивало бы отсутствие негативных радиационно-экологических эффектов для природной биоты, популяций и экосистем. В качестве границ допустимого радиационного воздействия на объекты наземной биоты приняты следующие значения мощности дозы хронического облучения: 1 мГр/сут для млекопитающих, позвоночных животных и сосны обыкновенной; 10 мГр/сут для растений (кроме сосны обыкновенной) и беспозвоночных животных. Контрольная концентрация радионуклида в почве по радиационно-экологическому критерию, определяется как удельная активность радионуклида в верхнем слое почвы (Бк/кг), постоянный уровень которой соответствует получению референтным видом наземной биоты, мощности дозы (усредненной за год), равной пороговому уровню. Аналогично, контрольная концентрация радионуклида в воздухе по радиационно-экологическому критерию определяется как объемная активность i -го радионуклида в воздухе (Бк/м³), постоянный уровень которой соответствует получению референтными видами наземной биоты, мощностей дозы облучения (усредненных за год), равных пороговым уровням. Непревышение наименьшего значения контрольной концентрации из всех референтных организмов, присутствующих в экосистеме, гарантирует устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, а также сохранения биологического видового разнообразия. Рассчитаны контрольные концентрации радионуклидов, нормируемых в выбросах АЭС России, по экологическому критерию и предложен порядок их учета при расчетах нормативов предельно допустимых выбросов радионуклидов АЭС в атмосферный воздух.

Ключевые слова: радионуклид, выброс, биота, критерий, экосистема.

Г.П. МАЛИНОВСКИЙ, А.В. ВАСИЛЬЕВ, А.Д. ОНИЩЕНКО

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ, ОТ ЕСТЕСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Вода, донные отложения и пойма реки Теча были загрязнены рядом короткоживущих и долгоживущих радионуклидов в результате сбросов радиоактивных отходов ПО «Маяк». Наиболее интенсивные сбросы пришлись на 1950 - 1951 гг. Дозы облучения населения, связанные с загрязнением, ранее определены специалистами УНПЦ РМ. Существующая система реконструкции доз облучения позволяет надежно оценивать индивидуальные дозы внешнего и внутреннего облучения от техногенных источников ионизирующего излучения за счет проживания на загрязненной территории, однако она не учитывает вклад в облучение естественных источников ионизирующего излучения, что необходимо для корректной оценки радиационного риска. Цель данной работы – провести ретроспективную оценку доз облучения за счет радона населения, проживавшего на загрязненной территории в период наиболее интенсивных сбросов радиоактивных отходов в реку Теча. Анализ выполнен с учетом известных закономерностей поступления радона и информации о геогенных и антропогенных факторах, полученной ранее в ходе представительного радонового обследования территории. Каждый населенный пункт был поделен на несколько зон в зависимости от уровня объемной активности радона в зданиях. Среднее геометрическое объемной активности радона в подвыборке зданий с определенными характеристиками, находящихся в определенной зоне, принималось как среднее геометрическое объемной активности радона в этой зоне в 1950-е гг. Для оценки эффективности восстановления объемной активности радона использовалась величина мультипликативной погрешности. Эффективные годовые дозы облучения за счет радона в жилищах населенных пунктов в прибрежной зоне реки Теча в период максимальных сбросов составляли 2,5 – 13,5 мЗв (дозовый коэффициент 13 мЗв / WLM). Средняя мультипликативная неопределенность оценки объемной активности радона составляет 0,8.

Ключевые слова: радон, доза, река Теча, ретроспективная оценка.

Е.И. НИКТЕНКО, Е.Л. МУРАШОВА

СОСТАВ ВЫБРОСОВ ИНЕРТНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ГАЗОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ НА ФГУП «ПО «МАЯК»

Анализ радионуклидного состава инертных радиоактивных газов необходим для безопасной эксплуатации реакторной установки, а также обязателен согласно постановлению правительства Российской Федерации распоряжением правительства Российской Федерации от 08.07.2015 г. №1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды». Исследование проводилось на тяжеловодном двухконтурном промышленном реакторе, в отличие от энергетических реакторных установок с постоянным топливным составом, количество и состав газоаэрозольных выбросов промышленного реактора зависит от типа загруженного в реактор топлива и периода кампании. В данной статье приведены характеристики инертных радиоактивных газов и методы оценки их объемной активности. Произведена оценка состава газообразных выбросов в различные периоды эксплуатации промышленной реакторной установки производственного объединения ФГУП «ПО «Маяк». Показано, что при штатной работе промышленного реактора чувствительность гамма-спектрометрического метода на протоке недостаточна. Для оценки качественного и количественного состава инертных радиоактивных газов необходимо предварительное концентрирование анализируемой газовой смеси. Показан метод предварительного концентрирования газовой смеси посредством криогенного замораживания. Рассмотрена возможность использования контроля качественного и количественного состава инертных радиоактивных газов для дополнительного контроля герметичности оболочек каналов реактора. Приведена динамика выбросов инертных радиоактивных газов за время проведения исследования при использовании предварительного концентрирования газовой смеси

инертных радиоактивных газов за 2012 - 2016 г.г, показан их вклад в суммарную активность газоаэрозольных выбросов реакторной установки.

Ключевые слова: инертные радиоактивные газы, криогенное замораживание, ядерный реактор, выбросы, аргон-41, ксенон-133.

М.Д. ПЫШКИНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ДОЗОБРАЗУЮЩИХ НУКЛИДОВ В ВЫБРОСАХ АЭС PWR И ВВЭР

Для оценки радиационного воздействия АЭС необходимо учитывать основные дозобразующие радионуклиды. Теоретические оценки поступления радионуклидов из первого контура АЭС в атмосферу, полученные расчетными методами, не позволяют в полном объеме решать задачи программы мониторинга, направленной на защиту населения и охрану окружающей среды. Для определения основных дозобразующих радионуклидов в работе проанализирована структура газоаэрозольных выбросов АЭС с реакторами типа PWR и водо-водяными энергетическими реакторами советского / российского дизайна (ВВЭР) в период с 1995 по 2015 год. Выделены группы радионуклидов, составляющих 99 % эффективной дозы облучения населения. Дозовая нагрузка на население рассчитана на 1 ГВт*ч выработанной электрической энергии. Определен вклад в эффективную дозу облучения населения радионуклидов, контролируемых на российских АЭС, составивший не более 2,3 %. Для всех рассмотренных АЭС в сумме выбрасываемой активности преобладают инертные газы. Специфичной для каждой рассматриваемой группы АЭС является радионуклидный состав инертных радиоактивных газов. Не менее 88% в суммарную активность, не учитывающую инертные радиоактивные газы, вносят тритий и углерод. Для всех АЭС PWR и ВВЭР характерно преобладание трития в суммарной активности, не учитывающей инертные радиоактивные газы. Наблюдается увеличение средней годовой эффективной дозы облучения населения за счет расширения перечня контролируемых радионуклидов на АЭС. Исходя из требования контроля нуклидов, составляющих 99% годовой эффективной дозы, на всех АЭС выделяются следующие радионуклиды: C - 14, H - 3, Ar - 41, Xe - 133, Xe - 135, Kr - 88, Kr - 87, I - 131.

Ключевые слова: АЭС, выбросы, радионуклиды, реакторная установка.

И.В. ЯРМОШЕНКО

РАДОН КАК ФАКТОР ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

Облучение радоном населения рассматривается в контексте безопасного для человека обращения с природными радиоактивными материалами – грунтами под зданием, строительными конструкциями. В рамках естественнонаучных дисциплин – радиобиология, радиоэкология, радиационная эпидемиология, радиационная геоэкология и строительная физика – изучены закономерности поступления и накопления радона, эффекты облучения радоном для здоровья и обоснованы методы защиты снижения облучения. Созданный научный задел позволяет решать проблему радона в России на системном уровне в рамках единой государственной стратегии. За несколько последних десятилетий процессы образования, переноса, накопления радона, а также вопросы облучения человека дочерними продуктами радона и эффекты облучения подробно изучены естественнонаучными методами. По результатам радиобиологических, радиационно-эпидемиологических и дозиметрических исследований опасность радона связана с облучением легких и повышением риска рака легкого при ингаляционном поступлении дочерних продуктов радона. Созданное методическое и метрологическое обеспечение позволяет проводить как массовые радоновые обследования, так и радиационно-гигиенический контроль в отдельных зданиях. Уровни накопления радона в жилых зданиях в России составляют в среднем примерно 48 Бк/м³ и в 95% помещений не превышают 160 Бк/м³. Такой уровень воздействия увеличивает смертность от рака легкого примерно на 7%. В ходе большого числа исследований установлены основные геогенные и антропогенные факторы, определяющие ситуацию облучения радоном в зданиях на различных территориях. На основе систематизации имеющейся информации построены физически обоснованные модели конвективного и диффузионного поступления радона в здания, которые позволяют разрабатывать эффективные методы снижения объемной активности радона в существующих зданиях и планировать защиту от радона новых зданий.

Ключевые слова: радон, облучения, доза, защита.