

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ»
(ФГБОУ ДПО «ИПК»)



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ДПО «ИПК»
А.Г.Тимофеева

Учебный модуль
«Методы и средства контроля радиоактивного загрязнения
природной среды»

Цель: повышение теоретических и практических знаний по вопросам организации наблюдения и контроля загрязнения природной среды

Категория слушателей: специалисты УГМС, ЦГМС, НИУ

Срок обучения: 112 учебных часов

Режим занятий: 6-8 часов в день

Форма обучения: очная, с отрывом от производства, дистанционная

Аннотация

Учебный модуль «Методы и средства контроля радиоактивного загрязнения природной среды» рассчитан на обучение специалистов УГМС, ЦГМС, НИУ Росгидромета и направлен на повышение теоретических и практических знаний слушателей. Особое внимание уделяется вопросам организации наблюдения и контроля загрязнения природной среды. Модуль составлен с учётом последних достижений в области технического развития службы радиационной безопасности. Курс состоит из лекционных, практических и семинарских занятий. Предусматривается самостоятельная работа слушателей и подготовка реферативной работы по одной из рекомендованных тем. Общая продолжительность обучения составляет 112 учебных часов. Перед началом занятий предлагается провести самоподготовку с использованием учебных материалов в системе СДО Росгидромета. Рекомендованный режим обучения 6-8 учебных часов в день. В конце занятий проводится итоговая аттестация.

Учебный модуль разработан специалистами НПО «Тайфун». Рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета ФГБОУ ДПО «ИПК».

Учебно-тематический план

№ пп	Наименование разделов, дисциплин и тем	Количество часов		
		всего	распределение по видам занятий	
			лекции	практические
1	Предварительная самоподготовка в системе СДО Росгидромета	40		
2	Радиоактивное загрязнение природной среды. Организация наблюдения и контроля загрязнения среды	58	44	14
3	Основные направления технического развития службы радиационной безопасности населения	4	4	
4	Маркетинг – основные понятия	8	8	
5	Итоговая аттестация	2		
	ИТОГО:	112	56	14

Календарно-тематический план

№ пп	Наименование разделов, дисциплин и тем	Количество часов		
		всего	распределение по видам занятий	
			лекции	практические
1	2	3	4	5
1	Предварительная самоподготовка в системе СДО Росгидромета	40		
2	Радиоактивное загрязнение природной среды. Организация наблюдения и контроля загрязнения среды	58	44	14
2.1	Источники и формирование радиоактивного загрязнения	6	6	
2.1.1	Общие сведения о радиоактивности. Ионизирующие излучения и их характеристики	1	1	
2.1.2	Единицы измерения радиоактивности. Соотношения между различными системами измерения	1	1	
2.1.3	Естественная радиоактивность природной среды. естественные радионуклиды и их характеристики	2	2	
2.1.4	Схема реакции деления урана (плутония и др.). Термоядерная реакция. Термоядерное оружие (атомная, водородная, нейтронная бомбы). Радиоактивные продукты ядерных взрывов	2	2	
2.2	Атомная энергетика, атомная промышленность как потенциальные источники радиоактивного загрязнения природной среды	8	6	2
2.2.1	Схема устройства и работы атомных станций. загрязнение природной среды при работе АЭС	2	2	
2.2.2	Примеры аварий на АЭС (Три-Майл-Айленд, Чернобыль) и радиоактивное загрязнение природной среды при авариях	2	2	
2.2.3	Радиоактивная разведка местности. Составление карты радиационной обстановки	2		2
2.2.4	Производство и применение радиоактивных изотопов в системах народного хозяйства (техногенные изотопы). Организация контроля и инспекции по хранению, перемещению источников ионизирующих излучений	2	2	
2.3	Гидрометеорологические аспекты распространения в природных средах радиоактивных загрязнений	12	12	

1	2	3	4	5
2.3.1	Распространение радиоактивных струй и выбросов (облаков) в атмосфере. Схема осаждения р/а веществ из атмосферы	2	2	
2.3.2	Основы прогнозирования распространения радиоактивных веществ в атмосфере	2	2	
2.3.3	Рассеяние радиоактивных загрязнений в приземном слое воздуха, водоемах и водотоках. Сухие и влажные выпадения. Ветровой подъем	2	2	
2.3.4	Радиоактивное загрязнение почв. Миграция продуктов загрязнения в почвенном слое	2	2	
2.3.5	Радиоактивное загрязнение поверхностных и подземных вод	2	2	
2.3.6	Радиоактивное загрязнение флоры и фауны	2	2	
2.4	Методы контроля и мониторинга радиоактивного загрязнения природных сред	22	12	10
2.4.1	Методология контроля и мониторинга радиоактивного загрязнения природных сред. Цели и задачи мониторинга	2	2	
2.4.2	Организация и планирование сети наблюдений мониторинга за радиационной обстановкой в районе объектов (АЭС и др.) и населенных пунктах	2	2	
2.4.3	Отбор и подготовка к анализу проб атмосферного воздуха	2		2
2.4.4	Отбор и подготовка к анализу проб природных вод	2		2
2.4.5	Отбор и подготовка к анализу проб почвы и растительности	2		2
2.4.6	Правила эксплуатации приборов, аппаратуры и оборудования для контроля радиоактивного загрязнения природных сред. Обзор перспективных средств радиационного контроля	6	4	2
2.4.7	Общие принципы радиометрии. Дозиметры и другие приборы, определяющие дозы и уровни радиации	2		2
2.4.8	Дистанционные методы гамма-съемок (авиационные с помощью подвижных лабораторий, судов и др.)	2	2	
2.4.9	Радиохимическое определение стронция и плутония	2		2
2.5	Методы сбора, обработки, представления информации о радиоактивном загрязнении потребителям	4	4	

1	2	3	4	5
2.5.1	Банки данных о радиоактивном загрязнении природной среды. Использование технических средств для обработки данных	2	2	
2.5.2	Обобщение состояния радиационной обстановки на местности с помощью ПЭВМ	2	2	
2.6	Действие ионизирующих излучений на живые организмы	6	6	
2.6.1	Оценка дозовой нагрузки на население по данным экологического мониторинга. Средства защиты населения от радиоактивного облучения	2	2	
2.6.2	Нормы радиационной безопасности. Болезни населения, оказавшегося в зоне ионизирующего излучения	2	2	
2.6.3	Организация оповещения о радиационном загрязнении	1	1	
2.6.4	Мероприятия по защите населения от ионизирующего излучения	1	1	
3	Основные направления технического развития службы радиационной безопасности населения	4	4	
3.1	Деятельность гидрометеорологической службы в совершенствовании мониторинга природной среды и радиационной обстановки	2	2	
3.2	Метрологическое обеспечение средств измерений ионизирующих излучений	2	2	
4	Маркетинг – основные понятия	8	8	
4.1	Основные направления стратегии и тактики маркетинга	4	4	
4.2	Организация маркетинга в системе гидрометеорологической службы РФ и в зарубежных странах	2	2	
4.3	Анализ видов гидрометеорологической продукции и услуг, создаваемых подразделениями УМС и реализуемых на коммерческой основе	2	2	
5	Итоговая аттестация	2		
	ИТОГО:	112	56	14

Содержание

Радиоактивное загрязнение природной среды. Организация наблюдений и контроля загрязнения среды.

Источники и формирование радиоактивного загрязнения природных сред. Изотопия химических элементов. Стабильные и радиоактивные изотопы. Виды радиоактивного распада. Период полураспада. Альфа-распад и альфа-частицы. Бета-распад и уровни возбуждения ядра. Гамма-излучение. Дискретные спектры альфа- и гамма - излучения. Сплошной спектр бета-излучения. Энергия и проникающая способность ядерных частиц и излучений. Единицы радиоактивности. Поглощение ядерных излучений в веществе. Экспозиционная и поглощенная дозы, мощность дозы, рентген и бэр.

Естественные радионуклиды бериллий-7, калий-40, их радиационные характеристики. Радиоактивные ряды урана-238, урана-235, тория-232, цепочки распада, радиационные характеристики. Естественная радиоактивность земной коры, почв, воды, атмосферы. Радон и его дочерние продукты. Радиоактивные элементы в биосфере. Калий, уран, торий в растениях и животных.

Искусственные (техногенные) изотопы. Деление урана и плутония, распределение осколков по массам, основные долгоживущие продукты деления, их радиационные характеристики. Энергетические параметры деления, критическая масса, ядерный взрыв. Термоядерная реакция, нейтронная активация. Ядерное оружие: атомная, термоядерная, нейтронная бомбы. Радиоактивные продукты ядерных взрывов, радиоактивное загрязнение атмосферы и местности при ядерных взрывах. Распространение на сверхдальние расстояния, стратосферный резервуар, глобальные выпадения.

Атомная энергетика, атомная промышленность как источник загрязнения природных сред. АЭС – принцип работы. Требования к ее размещению. Выбор площадок для строительства АЭС. Радиоактивные выбросы ядерных энергетических установок в штатном режиме. Аварии ядерных реакторов. Понятие тяжелой аварии. Радиоактивное загрязнение при тяжелых авариях. Авария в Три-Майл-Айленд и их последствия.

Авария на Чернобыльской АЭС, ее причины, выброс радиоактивных продуктов в окружающую среду. Характеристики радиоактивного загрязнения в ближней, средней и дальней зонах распространения продуктов аварии на ЧАЭС: поле гамма-излучения, радионуклидный состав, дозовые нагрузки. Загрязнение почвы, воды и

растительности. Миграция в природных средах, миграция в системе «почва-растения», загрязнение сельскохозяйственной продукции. Прогноз радиационной обстановки на загрязненных территориях.

Атомная промышленность как источник техногенных радионуклидов: атомная энергетика, производство изотопов, добыча, переработка и транспортировка ядерного топлива, проблема захоронения атомных отходов. Другие источники техногенных радионуклидов: сжигание органического топлива, медицина. Изотопные источники. Источники, используемые в гидрометслужбе.

Нормативно-техническая документация.

Гидрометеорологические аспекты распространения радиоактивных загрязнений. Перенос радиоактивной примеси в атмосфере и поверхностных водах. Распространение газов и аэрозолей в атмосфере: перенос, турбулентное перемешивание, суточные и сезонные эффекты, осадки. Обзор теорий атмосферной диффузии.

Распространение струи выбросов из постоянно действующего источника (труба), формы струй, турбулентная диффузия и разбавление. Распространение импульсного выброса: подъем, перенос и диффузия радиоактивного облака. Траектория и рассеяние радиоактивных выбросов при аварии на Чернобыльской АЭС. Выпадение и вымывание радиоактивных веществ из облака, сухое осаждение, вымывание аэрозолей и газообразных веществ. Моделирование процессов распространения, диффузии и осаждения радиоактивных веществ.

Сброс и смыв радиоактивных веществ в водоемы. Распространение радиоактивной примеси в глубоких и мелких слабопроточных водоемах (озера, водохранилища), прогноз радиоактивного загрязнения водной массы. Распространение радиоактивной примеси в водотоке (река), поперечная и продольная диффузия, створ полного смещения. Модель и прогноз загрязнения воды в реках в условиях непрерывного и импульсного (залпового) сброса радиоактивной примеси.

Определение фонового радиоактивного загрязнения природных сред. Формирование фонового загрязнения приземного слоя воздуха: эманация радона, сухое осаждение, ветровой подъем с подстилающей поверхности. Изменчивость концентраций и подход к организации контроля. Радиоактивное загрязнение почв, уровни фонового глобального загрязнения радиоактивными изотопами цезия, стронция и плутония. Вертикальные профили миграции, влияние почвенных характеристик на скорость миграции. Формирование фонового радиоактивного

загрязнения поверхностных и подземных вод в реках и озерах России. Скорость миграции с подземными водами. Подходы к организации контроля и мониторинга загрязнения водных объектов.

Фоновое радиоактивное загрязнение естественного древостоя и луговой растительности. Объекты контроля и мониторинга.

Методы контроля и мониторинга радиоактивного загрязнения природных сред. Цели, задачи и средства контроля и мониторинга. Методология организации и проведения контроля и мониторинга, принципы организации сети наблюдений, планирование пространственно-временной структуры. Примеры проведения контроля и мониторинга радиоэкологической обстановки в зоне АЭС.

Методы отбора и подготовки к анализу проб радиоактивных аэрозолей и газов. Типы воздушных фильтров и сорбентов. Методы концентрирования.

Методы отбора и подготовки к анализу водных проб и донных отложений. Батометры, фильтры, сорбенты. Методы концентрирования.

Методы отбора и анализ проб почвы и растительности. Послойный отбор почвенных проб, почвенный бур. Отбор древесины, хвои, лишайников, травянистой растительности. Сушка и гомогенизация.

Обзор методов радиоизотопного анализа проб природных сред. Общая радиометрия: лабораторные и полевые альфа-, бета- и гамма-счетчики. Приемы рентгенометрии, приборы для измерения мощности дозы, ход с жесткостью. Измерение доз от внешнего гамма-излучения.

Детекторы. Принцип действия. Назначение. Параметры. Газоразрядные, сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы.

Дозиметры. Принцип действия, структурные схемы дозиметров. Типы дозиметров. Работа с дозиметром ДРГ 01Т. Измерение мощности дозы гамма-излучения с поверхности почвы. Оценка радиационной обстановки. Организация СНЛК.

Радиометры. Принцип действия. Структурная схема. Типы радиометров, параметры. Выбор радиометра. Радиометры серии РУБ-01П. Фон детектора (радиометра). Параметры фона. Нестабильность фона и влияние его на величину измеряемой минимальной активности. Пути снижения величины фона и его нестабильности. Учет фона при измерении активности проб. Калибровка детекторов (радиометров). Чувствительность (коэффициент четности) детектора. Оптимальная величина чувствительности детектора. Добротность детектора.

Организация (техника измерений) измерений бета-активности проб. Выбор счетного образца. Самопоглощение. Продолжительность измерений. Погрешность измерений. Особенности измерения малых (больших) уровней активности проб. Измерение активности проб аэрозолей, выпадений и т.п. Определение удельной активности воды, почвы и т.д. Измерения активности проб после радиохимического анализа. Измерение активности стронция, итрия.

Работа с микро ЭВМ и радиометром РУБ-01.П. Элементы программирования задач, решаемых с помощью радиометра.

Геометрия препарата, эталонировка эффективности гамма-спектрометра, методы ручной и компьютерной обработки гамма-спектрометров, первичной обработки и представления данных анализа. Радиохимические выделения стронция. Радиохимические выделения плутония. Альфа-спектрометрия и альфа-радиометрия.

Методы авиационной гамма-съемки местности. Измерения мощностей доз. Определение плотности загрязнения гамма-излучающими изотопами. Методы градуировки бортовой измерительной аппаратуры.

Методы сбора, обработки и доведения информации о радиоактивном загрязнении до потребителей. Методы хранения и обработки радиоэкологической информации. Компьютерная информационная система, цели, задачи, технические средства. База данных радиоэкологического контроля и мониторинга, структура, приемы заполнения и операции первого уровня сложности. Программное обеспечение информационной системы, операции второго и третьего уровня сложности.

Действие ионизирующих излучений на живые организмы. Воздействие ионизирующего излучения на организм. Эквивалентная доза внешнего и внутреннего облучения. Индивидуальная и коллективная дозы. Зависимость «доза-эффект», беспороговая концепция. Использование данных радиоэкологического мониторинга для оценки дозовой нагрузки на население. Модели расчета дозовой нагрузки.

Общий концептуальный обзор норм радиационной безопасности НРБ-76/87. Дозовые пределы облучения и допустимые уровни. Аварийное облучение населения и временные нормы загрязнения пищевых продуктов. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами. Конвенция об оперативном оповещении и оказании помощи в случае ядерной аварии.

Основные направления технического развития службы радиационной безопасности населения.

Пути совершенствования мониторинга природной среды и радиационной обстановки в системе Росгидромета. Деятельность гидрометеорологической службы в совершенствовании мониторинга природной среды и радиационной обстановки. Метрологическое обеспечение средств измерений ионизирующих излучений.

Маркетинг - основные понятия.

Основные направления стратегии и тактики маркетинга. Организация маркетинга в системе гидрометеорологической службы РФ и в зарубежных странах. Анализ видов гидрометеорологической продукции и услуг, создаваемых подразделений УГМС и реализуемых на коммерческой основе.

Темы практических работ

1. Радиоактивная разведка местности. Составление карты радиационной обстановки.
2. Отбор и подготовка к анализу проб природных вод.
3. Отбор и подготовка к анализу проб атмосферного воздуха.
4. Отбор и подготовка к анализу проб почвы и растительности.
5. Эксплуатация оборудования для контроля радиоактивного загрязнения природной среды.
4. Радиохимическое определение стронция и плутония.

Список литературы

Основная литература

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. **Выпуск 12.** Наблюдения за радиоактивным загрязнением компонентов природной среды ([РД 52.18.826-2015](#))
2. Обзор результатов оперативно-производственной деятельности УГМС в 1997 г. по осуществлению мониторинга на территории Российской Федерации. Махонько К.П., Ким В.М., Кузнецова И.П. и др. - Обнинск, НПО «Тайфун», 1998.

Дополнительная литература

Сайты

Сайт НПО «Тайфун» - <http://www.rpatyphoon.ru/>

Справки, ежегодники по загрязнению ОС

<http://www.rpatyphoon.ru/products/pollution-media.php>

Сайт Росгидромета <http://www.meteorf.ru/>

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации на сайте Росгидромета <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/90/>

Справки о радиационной обстановке

http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/radiation_situation/136/