**ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ**

Кафедра общей и коммунальной гигиены

Дисциплина: Радиационная гигиена Специальность 060105.65

Медико-профилактическое дело

Курс 4 Семестр 8



Модуль 2. **Охрана среды обитания и человека от радиоактивных загрязнений**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ (самостоятельная работа)**

на тему: «Источники загрязнения и миграция радионуклидов в окружающей среде»

**Методическое пособие для преподавателей**

**к проведению практического занятия**

Автор: доц. к.м.н. Карпенко И.Л.

Утверждено на заседании кафедры общей и коммунальной гигиены

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

**Оренбург 2014 год**

Практическое занятие №3.

**1. Тема: Источники загрязнения и миграция радионуклидов в окружающей среде.**

**2. Цель:** сформировать представление об источниках поступления радионуклидов в окружающую среду и миграции их в различных компонентах биосферы.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое представление об основных источниках поступления, закономерностях распределения и трансформации радиоактивных веществ в окружающей среде.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения и навыки оценки содержания радионуклидов в различных объектах окружающей среды.

Воспитывающая: воспитывать стремление к повышению своего общекультурного, интеллектуального и профессионального уровня, интерес к гигиене как теоретической и прикладной науке, формировать ценностное отношение к профессии врача-гигиениста.

**4. Вопросы для рассмотрения:**

1. Источники поступления радиоактивных загрязнений в окружающую среду.

2. Испытания ядерного оружия как источник загрязнения биосферы.

3. Предприятия по добыче, переработке и получению расщепляющихся материалов и искусственных радионуклидов.

4. Учреждения, предприятия и лаборатории, использующие радионуклиды в производственном процессе как источники загрязнения окружающей среды.

5. Поведение радиоактивных загрязнителей в атмосферном воздухе.

6. Поведение и миграция радионуклидов в почве.

7. Поведение и пути миграции радионуклидов в открытых водоемах.

8. Поведение радионуклидов в подземных водах.

**5. Основные понятия темы**

1. По потенциальной опасности возможного поступления радиоактивных загрязнений в биосферу все источники могут быть условно разделены на следующие группы:

• испытания ядерного оружия;

• предприятия по добыче, переработке и получению расщепляющихся материалов и искусственных радионуклидов;

• учреждения, предприятия и лаборатории, использующие радионуклиды в производственном процессе.

2. Радиоактивное загрязнение среды обусловлено, в основном, испытаниями ядерного оружия, которые интенсивно проводилось в 1945-1980 гг.

При атомных взрывах образуются продукты деления ядерного горючего, которые часто называют осколками деления, а также наведенная активность; в окружающую среду поступает и некоторое количество самих расщепляющихся материалов. При взрыве термоядерных устройств дополнительно возникает радиоактивный 14С. Осколки деления — сложная смесь радионуклидов, образующихся при делении атомных ядер. Ядра атомов 235U или 239Рu расщепляются с образованием 80 различных осколков. Последние начинают немедленно распадаться. В результате появляется сложная смесь продуктов деления из 200 различных изотопов 36 химических элементов, периоды полураспада которых находятся в пределах от нескольких секунд до 1,57\*107 лет.

По характеру излучения почти все радионуклиды деления относятся к β- или γ-излучателям.

Наиболее потенциально опасными осколками, ввиду их активного включения в биологический цикл и большого периода полураспада, считают стронций и цезий.

3. К этой группе потенциальных источников загрязнения окружающей среды радионуклидами относятся предприятия атомной промышленности: урановые рудники и гидрометаллургические за воды по получению обогащенного урана (уранового концентрата) заводы по очистке урановых концентратов и изготовлению тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), экспериментальные и энергетические реакторы, заводы по производству ядерного горючего.

Отходами, возникающими при добыче урановой руды, являются шахтные, рудные отвалы и рудничный воздух.

Основные отходы *гидрометаллургических заводов* - рудные пульпы, состоящие из песковой и шламовой фракций. Твердая часть этой пульпы по химическому составу близка к исходной руде, из которой выщелочено основное количество урана и небольшое количество минеральных солей. С газовыми выбросами гидрометаллургических предприятий при удалении вентиляционного воздуха с участков измельчения руды, сушки, прокалки и фасовки уранового концентрата и т.д. в атмосферный воздух могут поступать радон, аэрозоли урана, радия и др.

На *заводах по очистке урановых концентратов* (или обогащения урана) в процессе производства возникает до 5,7 м3 жидких отходов на 1 т обогащенного урана. По радиохимическому составу эти отходы аналогичны сбросным водам обогатительных фабрик, однако они содержат меньше 226Rа. Газообразные выбросы этих заводов могут содержать гексафторид урана, урансодержащие пыли.

При *эксплуатации атомных электростанций и экспериментальных реакторов* формируются газообразные, жидкие и твердые радиоактивные отходы. Радиоактивные газы и аэрозоли возникают в результате облучения газов и аэрозолей воздуха нейтронами в зоне реактора. К твердым радиоактивным отходам реакторов могут быть отнесены отдельные элементы их конструкций, подвергавшиеся воздействию потоков нейтронов, спецодежда, обувь и др.

На *заводах по производству ядерного горючего* образуются жидкие радиоактивные отходы в значительном объеме с удельной активностью до 1 Ки/л и более. Процесс получения ядерного горючего сопровождаются образованием газообразных отходов, основная активность которых обусловлена присутствием в них значительного количества радиоактивных изотопов йода. Для всех заводов по производству ядерного горючего характерны также и другие радиоактивные отходы, отходы центров по дезактивации транспорта и контейнеров, воды санитарных пропускников и спецпрачечных, твердые отходы, по своему характеру напоминающие отходы реакторов, и др.

4. К этой группе потенциальных источников радиоактивного загрязнения окружающей среды относятся «горячие» лаборатории, радиоизотопные лаборатории и радиологические отделения медицинских учреждений, применяющие открытые радионуклиды для целей терапии, лаборатории научно-исследовательских институтов, где проводят работы с открытыми радиоактивными веществами, и т.д.

В зависимости от характера технологического процесса (фасовка радионуклидов, эксперименты с облученными на реакторах материалами, изготовление радиоактивных препаратов и т.д.) эти лаборатории могут быть источниками газообразных, жидких и твердых отходов с высоким содержанием в них разнообразных радиоактивных изотопов.

5. Поведение радиоактивных загрязнителей в атмосферном воздухе при взрыве ядерного оружия. Реакции деления и синтеза при взрыве приводят к резкому повышению температуры и образованию газового огненного шара, который поднимается вверх до такой высоты, где его плотность становится равной плотности окружающего воздуха. Подъем шара создает на его пути область разряжения, в которую перемещаются более плотные массы воздуха. Формируется мощный восходящий поток в виде вертикального столба – ножки гриба. После детонации наступает стадия особенно сильной генерации светового и теплового излучения, ведущая к потере энергии. По этой причине и вследствие почти адиабатического расширения огненного шара температура его снижается и начинается конденсация содержащихся в нем паров. При конденсации образуются радиоактивные аэрозоли различного размера. Так возникает радиоактивное облако в виде гриба. Ход этого процесса химический состав и структура образующихся продуктов в значительной степени зависят от условий, в которых произведен взрыв а также от вида и мощности взрываемого устройства.

Крупные частицы под действием силы тяжести довольно быстро выпадают в районе взрыва, создавая местное, локальное загрязнение. Частицы микронного и субмикронного размера оседают медленно, оставаясь взвешенными в воздушных массах, входящих в состав облака. Выпадение этих частиц приводит к радиоактивному загрязнению в точках земного шара, удаленных на десятки тысяч километров от места испытаний, т.е. к глобальному загрязнению.

Продукты деления ядерных взрывов в значительной мере распределяются в зависимости от условий испытаний и мощности устройств, например при взрывах мегатонного класса, следующим образом: при воздушных взрывах на большой высоте 90% всех осколков увлекается в стратосферу, локальных загрязнений нет, при наземных взрывах 20% попадает в стратосферу, 80% выпадает в районе взрыва. При взрыве над поверхностью моря 30% попадает в стратосферу, 70% выпадает в виде местных осадков. При всех видах взрывов атомных зарядов килотонного класса практически вся активность остается в тропосфере или попадает в виде местных осадков.

Выпадение мелких частиц радиоактивных аэрозолей из тропосферы на земную поверхность происходит в результате иных процессов, к которым относятся:

• прилипание частиц аэрозолей к поверхности наземных предметов и почве (при обтекании их приземным слоем воздуха), в первую очередь растительности;

• коагуляция с частицами местной, нейтральной, нерадиоактивной пыли;

• захват аэрозолей элементами природных облаков (при их формировании);

• вымывание аэрозолей при осадках (захват частиц падающими каплями).

Первые два процесса связаны с так называемым сухим выпадением, другие — с атмосферными осадками.

Характер поведения радионуклидов, поступающих в атмосферный воздух через дымовые трубы или трубы-шахты, зависит от агрегатного состояния, дисперсности аэрозолей, метеорологи-условий, рельефа местности, ряда технических параметров: трубы, силы тяги в ней, температуры выбросов и др. Обычно при этом фиксируют те же самые процессы самоочищения, которые протекают в атмосфере при попадании в нее радионуклидов, возникающих при испытании ядерного оружия (разбавление в результате диффузии, горизонтальное размывание в направлении движения ветра и смещение воздушных струй по вертикали, седиментация крупных частиц, выпадение мельчайших аэрозолей за счет прилипания к поверхности наземных предметов, коагуляция ими нейтральной пыли и т.д.). Однако эти процессы происходят в приземных слоях атмосферы, поэтому распространение радионуклидов, входящих в состав отходов, имеет ограниченный, локальный характер.

6. Миграция радионуклидов при попадании их в почву зависит от ряда условий: физико-химических свойств отдельных изотопов и формы химических соединений, в которых они находятся, физико-химических свойств почвы, наличия в ней ионов, близких по химическим свойствам к попадающим в почву радиоизотопам, рН среды, характера движения грунтовых вод и т.п.

Радиоактивные изотопы, находящиеся в почве, как правило, ходят в корневые системы точно так же, как и стабильные топы тех же элементов. Попадая из почвы в растение, радиоактивные элементы в зависимости от свойств проникают в наземные части или же задержится в корневой системе. Такие изотопы, как стронций и цезий, легко проникают через корневую систему во все части растения. Такие радиоактивные элементы, как церий, рутений, цирконий, иттрий, плутоний, накапливаются в основном в корневой системе.

***Коэффициент перехода*** – усвоение радионуклида растениями из почвы. Величину, показывающую, насколько изменится содержание радионуклида по отношению к стабильному элементу при переходе его из почвы в растение, называют ***коэффициентом дискриминации***.

Второй путь возможного поступления радионуклидов в растения заключается в поглощении их через поверхность надземных частей. При нанесении на листья радиоизотопов они проникают во внутреннюю структуру в месте соприкосновения, а затем перемещаются и в другие части растения. Рутений и церий задерживаются в основном вблизи места первичного нанесения. Стронций и йод передвигаются по растению достаточно быстро, и уже через 90 ч их находят во всех частях растений. ***Коэффициент задержки*** – способность радионуклидов оседать на растениях, характеризуется процентным отношением количества сорбированных на поверхности растения радионуклида к количеству осевших.

7. При поступлении в воду открытых водоемов в первую очередь фиксируют разбавление радионуклидов, поглощение их дном и тканями гидробионтов. Эффективность процесса разбавления в реках и замкнутых водоемах неодинакова. Степень и скорость этого явления в реках зависят от ряда гидрологических причин: соотношения объема загрязнений и расхода воды в реке, скорости течения, турбулентности водного потока, глубины, формы русла, рельефа дна и т.д. Интенсивность разбавления в замкнутых водоемах (пруды, озера, водохранилища) значительно меньше за счет течений, волнового режима и в определенной степени процесса диффузии.

Сорбционная способность донных отложений характеризуется ***коэффициентом распределения*** – отношение количества радионуклида в единице массы высушенного образца грунта к количеству радионуклида в объеме воды.

Аккумуляция радионуклидов гидробионтами характеризуется ***коэффициентом накопления*** – отношение концентраций радионуклида в гидробионтах и воде.

8. Основными факторами, определяющими поведение радиоактивных изотопов, попадающих в подземные воды, являются пути их поступления и физико-химические свойства, а также местные гидрогеологические условия, включающие геологическое строение участка и окружающего района, условия питания, движения и дренирования подземных вод, их химический состав и гидродинамическую обстановку в водоносном горизонте. Сложная совокупность и переплетение указанных факторов обусловливают то многообразие в поведении и миграции радионуклидов, которое возможно в реальной обстановке.

**6. Рекомендуемая литература:**

1. Архангельский В.И., 2. Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: практикум: учебное пособие. — М.: ГЭОТАР–Медиа, 2009. — 352 с.

2. Общая и военная гигиена. Учебник/Под ред.Б.И.Жолуса.-С-Пб, 1997-472 с.

3. Белозёрский Г.Н. Радиационная экология: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г.Н. Белозерский. — М.: Издательский центр «Академия, 2008. — 384 с.

4. Военно-морская и радиационная гигиена. В 2-х томах.-СПб.:”ЛИО Редактор”,1998.-912 с.

5. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная безопасность и защита. Справочник.-М.:Медицина, 1996.-336 с.