**Методические разработки практических занятий**

Модуль 1. **Гигиеническая регламентация облучения человека. Основные закономерности действия ионизирующих излучений на организм.**

1. Формируемые компетенции:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Шифр  компетенции | №  компетенции | Элементы компетенции |
| ОК | ОК-1 | способность и готовность анализировать социально-значимые проблемы и процессы, использовать на практике методы гуманитарных, естественнонаучных, медико-биологических и клинических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности. |
| ПК | ПК-13 | способностью и готовностью к проведению санитарно-эпидемиологических экспертиз, расследований, обследований, исследований, испытаний и токсикологических, гигиенических и иных видов оценок, проектной документации, объектов хозяйственной и иной деятельности, продукции, работ и услуг в целях установления и предотвращения вредного воздействия факторов среды обитания на человека, причин возникновения и распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний, соответствия (несоответствия) установленным требованиям |
| ПК-14 | способностью и готовностью к проведению санитарно-эпидемиологического надзора за состоянием среды обитания человека, объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения, жилищно-коммунального хозяйства, лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), производства и реализации продуктов питания, детских учреждений |
| ПК-23 | способность и готовность к проведению санитарно-просветительской работы с населением по вопросам профилактической медицины, к работе с учебной, научной, нормативной и справочной литературой, проведению поиска информации для решения профессиональных задач |
| ПК-33 | способностью и готовностью к интерпретации результатов гигиенических исследований, к пониманию стратегии новых методов и технологий, внедряемых в гигиеническую науку и санитарную практику |

Практическое занятие №1.

**1. Тема: Понятие о происхождении ионизирующих излучений. Общая характеристика радионуклидов. Вид и дозы излучения, единицы измерения.**

**2. Цель:** раскрыть особенности взаимодействий ионизирующих излучений с веществом и сформировать навыки расчета доз различных видов ионизирующего излучения.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое понимание характеристики радионуклидов и различных видов ядерных превращений, раскрыть виды взаимодействий ионизирующих излучений с веществом.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения применять методики расчета доз различных видов ионизирующего излучения.

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. Предмет, содержание и задачи радиационной гигиены.

2. Мирное использование атомной энергии в различных отраслях промышленности, медицине, сельском хозяйстве, науке.

3. Общая характеристика радионуклидов (строение атома, понятия: нуклида, изотопа, радионуклида, радиоактивного распада или радиоактивности).

4. Виды ядерных превращений (альфа-распад, бета-распад, К-захват, самопроизвольное деление ядер тяжелых элементов, термоядерные реакции).

5. Закон радиоактивного распада в зависимости от периода полураспада. Активность как мера количества радионуклида (единицы активности: беккерель, кюри). Понятие удельной и объемной активности.

6. Виды ионизирующего излучения и их характеристика (классификация по типу ионизации и по физическому состоянию).

7. Виды взаимодействий ионизирующих излучений с веществом:

- взаимодействие альфа-частиц с веществом;

- взаимодействие бетта-частиц с веществом;

- взаимодействие нейтронов с веществом (упругое, неупругое рассеяние);

- взаимодействие гамма- и рентгеновского излучения с веществом (фотоэффект, комптоновский эффект, образование пар).

8. Дозы излучения и единицы измерения (экспозиционная, поглощенная, эквивалентная, эффективная дозы). Понятие взвешивающих коэффициентов для отдельных видов излучения и для тканей и органов.

9. Понятие мощности дозы (для поглощенной, эквивалентной и эффективной), гамма-эквивалента радия и относительной биологической эффективности (ОБЭ).

**5. Основные понятия темы**

1. Радиационная гигиена – важнейшая отрасль гигиенической науки, решающая актуальные проблемы радиационной безопасности и защиты окружающей среды от загрязнения радиоактивными веществами, направленные на охрану здоровья человека.

Конец позапрошлого века был ознаменован двумя выдающимися открытиями: в 1895 году В.К. Рентген открыл неизвестный до этого вид излучения, названный рентгеновским. В 1896 году А. Беккерель обнаружил, что уран самопроизвольно испускает невидимые лучи. Это явление было названо радиоактивностью, а само излучение – ионизирующим излучением. Спустя три года, в 1899 году английский физик Э Резерфорд открыл α- и β-излучения, испускаемые при распаде радиоактивных веществ. Таким образом, научные открытия положили начало исследованиям в области ядерной физики, позволивших в настоящее время использовать атомную энергию во всех областях науки, промышленности, медицины и сельского хозяйства. Нельзя не отметить особой значимости, высокой специфичности действия, огромного разнообразия источников, видов и путей воздействия различных излучений и нуклидов на человека.

2. В медицине и биологии широко используются рентгеновские аппараты, ускорители заряженных частиц, телегамматерапия, кобальтовая пушка, аппараты для стерилизации перевязочного материала, искусственные водители сердечного ритма (на основе плутония238), в качестве индикаторов уровня жидких и сыпучих продуктов, измерителей плотности жидкостей, толщины материалов, а также для обнаружения дефектов в различных деталях (γ-дефектоскопы), а также источники ионизирующих излучений применяются в ядерной энергетике, машиностроении (контроль технологических процессов, износоустойчивость материалов), науке (метод «меченных атомов», радиоактивационный анализ), медицине (радиоизотопная диагностика и терапия, радонолечение). Для лечебных и диагностических целей (скенирования) введение препаратов осуществляется при приеме внутрь, внутривенном введении, вдыхании и т.д.

3. Строение атома. Атомное ядро представляет собой совокупность ядерных частиц - нуклонов, к которым относятся положительно заряженные протоны и электрически нейтральные нейтроны. Сумма числа протонов и нейтронов в ядре атома данного элемента называется его массовым числом. Оболочка атома образована элементарными частицами – электронами, несущими отрицательный заряд.

**Нуклиды** – это атомы, имеющие определенный состав и структуру ядра с данным числом протонов и нейтронов, характеризующийся массовым числом и атомным номером. **Изотопы** – это атомы одного и того же элемента, имеющие разные массовые числа.

**Радионуклидами** называются нуклиды с нестабильными ядрами. **Радиоактивность** – это самопроизвольное превращение ядер атомов одних элементов в другие, сопровождающееся испусканием ионизирующих излучений.

4. Характеристика основных видов ядерных превращений.

- **альфа-распад** – при данном виде распада из ядра радионуклида выделяется α –частица, представляющая собой ядро атома гелия с образованием нового стабильного или радиоактивного нуклида, α-распад претерпевает примерно 15 % всех радиоизотопов, он характерен для тяжелых естественных и искусственных радионуклидов;

- **бета-распад** является наиболее распространенным типом распада (57 % радионуклидов) и может протекать в трех разновидностях: электронный или отрицательный β-распад при котором ядро радионуклида испускает электрон, позитронный β-распад - ядро радионуклида испускает позиттрон, К-захват – захват орбитального электрона ядром;

**- самопроизвольное деление ядер** тяжелых элементов урана и плутония происходит при поглощении ими медленных нейтронов, при этом образуются различные пары «осколков», которые представляют собой ядра радионуклидов находящихся в средней части Периодической таблицы, а также высвобождаются 2-3 свободных нейтрона, способных вызывать деление других тяжелых ядер;

- **термоядерные реакции**- синтез ядер легких элементов (изотопов водорода – трития и дейтерия) в ядро гелия, что возможно при температуре в несколько миллионов градусов.

5. **Закон радиоактивного распада** – в равные промежутки времени распадается одна и та же доля ядер каждого конкретного радионуклида. **Период полураспада** – время, в течение которого распадается половина всех ядер данного радионуклида.

Мерой количества радионуклида служит **активность** – число ядерных превращений (распадов) в единицу времени. Единица активности – беккерель (Бк) – одно ядерное превращение в секунду.

**Объемная активность** – количество распадов на единицу объема воздуха, **удельная активность** - количество распадов на единицу массы или жидкости.

6. Классификация ионизирующих излучений:

- по типу ионизации: непосредственно ионизирующее и косвенно ионизирующее;

- по физическому состоянию: корпускулярное, фотонное.

7. Виды взаимодействий ионизирующих излучений с веществом:

- взаимодействие альфа-частиц с веществом – обладая относительно большой массой и зарядом, α-частицы имеют незначительную проникающую способность. Так для α-частиц с энергией 4 МэВ длина пробега в воздухе составляет 2,5 см, в биологической ткани – 31 мкм, в алюминии – 16 мкм. Вместе с тем для α-частиц характерны высокие показатели линейной передачи энергии;

- взаимодействие бетта-частиц с веществом – при прохождении β-частиц через вещество возможны упругие и неупругие взаимодействия с атомами поглощающей среды. Удельная плотность ионизации, создаваемая β-частицами, примерно в 1000 раз меньше, чем для α-частиц той же энергии. Для β-частиц с энергией 4 МэВ длина пробега в воздухе составляет 17,8 м, в воде – 2,6 см, в алюминии – 9,8 мм;

- взаимодействие нейтронов с веществом (упругое, неупругое рассеяние), неупругое рассеяние происходит путем поглощения нейтрона ядром с последующей реакцией того или иного типа с выделением α-частицы или протона и образованием ядра нового нуклида, упругое рассеяние заключается в том, что нейтрон, обладающий определенным запасом энергии, при столкновении с ядром атома передает ему часть энергии, а сам изменяет направление своего движения;

- взаимодействие гамма- и рентгеновского излучения с веществом (фотоэффект, компто-новский эффект, образование пар). **Фотоэффект** – полное поглощение энергии γ-кванта каким-либо орбитальным электроном, часть энергии кванта при этом затрачивается на преодоление энергии связи электрона с ядром, а остаток ее сообщается выбиваемому электрону, который покидает оболочку атома и на своем пути ионизирует атомы и молекулы вещества. **Комптоновский эффект** возникает тогда, когда γ-квант выбивает с внешней оболочки атома орбитальный электрон, передавая ему часть своей энергии, а сам продолжает движение в несколько ином направлении. **Образование пар** (электрон-позитронных) происходит при пролете γ-кванта вблизи ядра атома. Под воздействием электрического поля ядра он превращается в пару частиц: электрон и позитрон.

8. При оценке влияния радиации на здоровье человека необходимо знать, что эффект от воздействия зависит прежде всего от дозы облучения. Остановимся подробнее на некоторых терминах и определениях, использующихся в радиационной гигиене. **Поглощенная доза** (D) измеряется отношением энергии, переданной ионизирующим излучением веществу к единице массы этого вещества. Для характеристики какого-либо вида ионизирующего излучения ранее применялся коэффициент качества, который показывает, во сколько раз данный вид излучения оказывает более сильное биологическое действие, чем рентгеновское и гамма-излучение, при одинаковой поглощенной энергии в единице массы вещества. В настоящее время коэффициент качества получил название взвешивающих коэффициентов для отдельных видов излучения (WR). **Эквивалентная доза** (H) – это произведение поглощенной дозы данного вида излучения в определенной ткани на взвешивающий коэффициент этого излучения. Однако для оценки риска отдаленных последствий облучения понятие эквивалентной дозы не является исчерпывающим. Разные части тела, органы, ткани существенно отличаются с точки зрения радиочувствительности. Поэтому для учета и сравнения риска отдаленных стохастических (вероятностных) последствий облучения введена эффективная эквивалентная доза, или просто **эффективная доза** (HЭФ), которая представляет собой произведение эквивалентной дозы на взвешивающий коэффициент для тканей и органов (WT). Необходимость введения эффективной дозы становится понятной из следующего примера. Так, риск возникновения отдаленных радиационных эффектов, например рака, оказывается одинаковым при облучении щитовидной железы в дозе 1 Гр и всего тела в дозе 0,05 Гр.

9. **Мощность дозы** – отношение полученной дозы к единице времени

**Гамма-эквивалента радия** – условная масса точечного источника радия-226, создающего на данном расстоянии такую же мощность экспозиционной дозы, как и данный источник. Источник радия создает на расстоянии 1 см мощность экспозиционной дозы 8,4 Р/ч.

**Относительной биологическая эффективность (ОБЭ)** – отношение поглощенной дозы эталонного излучения к поглощенной дозе данного излучения, вызывающего тот же биологический эффект. В качестве эталонного принято рентгеновское излучение с энергией 180-200 кэВ.

**6. Рекомендуемая литература:**

1. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: учеб. для вузов. — М.: ГЭОТАР–Медиа, 2010. — 384 с.: ил.

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время |
| 1  1.1  1.2  1.3 | Организационный момент.  Контроль посещаемости, дисциплина, успеваемость и т.д.  Объявление темы, цели занятия.  Краткая характеристика этапов и содержания работы студентов на занятии. |  | 5  5  5 |
| 2  2.1  2.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов  Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов  Тестовый входной контроль знаний | Объяснение  Письменная работа | 5  10 |
| 3  3.1  3.2 | Отработка практических умений и навыков  Разбор теоретического материала  Самостоятельная практическая работа студентов  Решение задач | Фронтальный опрос  Письменные упражнения | 65  65 |
| 4  4.1  4.2  4.3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задач  Домашнее задание | Объяснение  Проверка практической работы  Объяснение | 3  15  2 |

**8. Форма организации занятия** - практическое занятие.

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

- материально-технические - *мел, доска*

Практическое занятие №2.

**1. Тема: Особенности биологического действия ионизирующих излучений.**

**2. Цель:** раскрыть и конкретизировать особенности биологического действия ионизирующих излучений на организм человека.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое понимание основ биологического действия ионизирующих излучений на организм.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения дифференцировать основные клинические эффекты при действии ионизирующих излучений.

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. Понятие внешнего и внутреннего облучения организма человека.

2. Особенности биологического действия инкорпорированных радионуклидов. Пути поступления, распределение их в организме человека. Понятие биологического периода полувыведения и эффективного периода полувыведения.

3. Основные факторы, обуславливающие действие ионизирующего излучения на организм человека.

4. Понятие о радиочувствительности («правило Бергонье-Трибондо»). Группы критических органов.

5. Понятие о радиотоксичности радиоактивных изотопов.

6. Прямое и косвенное действие ионизирующих излучений на биологическую ткань. Физический, химический и биохимический этапы первичных реакций при воздействии ионизирующих излучений на клетку.

7. Особенность воздействия ионизирующих излучений на организм человека (роль многоклеточной, интенсивности обменных процессов, «кислородный эффект» и др.).

**5. Основные понятия темы**

1. **Внешнее облучение** — это облучение человека от источника, находящегося вне его тела; **внутреннее облучение** — это облучение от радиоактивных изотопов (радионуклидов), попавших внутрь организма.

Внешнему облучению может подвергаться либо полностью весь организм, либо отдельные участки тела (локальное облучение). В зависимости от этого последствия облучения будут различными.

Радиоактивные изотопы могут попасть в организм с вдыхаемым воздухом, водой и продуктами питания, тем самым формируя внутреннее облучение. Снижение уровней облучения будет происходить за счет распада и выведения радионуклидов из организма.

2. Радионуклиды могут равномерно распределяться внутри тела (например, радиоактивный натрий), а могут избирательно накапливаться в отдельных органах и тканях: радиоактивный йод — в щитовидной железе, стронций — в костях, цезий — в мягких тканях и т.д.

3. Факторы, обуславливающие действие ионизирующего излучения на организм человека:

1. Величина поглощенной дозы облучения.

2. Длительность и дробность облучения.

3. Объем облучаемых тканей.

4. Радиочувствительность и функциональное значение облучаемых тканей. Необходимо помнить «правило Берганье-Трибондо».

5. Способ облучения (внешнее или внутреннее).

6. Индивидуальные особенности организма, определяемые его радиочувствительность.

7. Условия внешней среды.

4. Правило Бергонье-Трибондо – радиочувствительность ткани прямо пропорциональна пролиферативной активности и обратно пропорциональна степени дифференцировки тканей.

Группы критических органов:

1-ая – красный костный мозг, гонады, все тело;

2-ая – органы и ткани, не включенные в 1 и 3 группы;

3-я – костная ткань, стопы, лодыжки, голени, кисти, предплечье.

5. Радиотоксичность радионуклидов зависит от:

- пути поступления,

- распределения в организме,

- времени пребывания в организме,

- свойства радиоизотопа,

- вид радиоактивного превращения (при α-распаде поглощенная доза в 20 раз выше, чем при β-распаде),

- средней энергии одного распада,

- схемы радиоактивного распада,

- продолжительности поступления в организм.

6. Чтобы понять механизмы, определяющие последствия воздействия ионизирующих из-лучений на организм человека, рассмотрим последовательно клеточные и тканевые реакции, так как именно клетка является основной биологической единицей, в которой реализуются последствия облучения. В соответствии с локализацией подействовавшей поглощенной энергии различают прямое и непрямое (косвенное) действие радиации на биологическую ткань. **Непрямое** действие проявляется при взаимодействии ионизирующего излучения с водой, входящей в состав биологического объекта, **прямое** – с органеллами клетки. При взаимодействии ионизирующего излучения с водой происходит образование радикалов H, OH и, особенно, гидропероксида HO2, которые в свою очередь взаимодействуют с растворенными молекулами различных соединений. В результате прямого действия в клетке происходит ионизация и возбуждение сложных молекул с последующей их диссоциацией и разрывом химических связей.

Действие ионизирующих излучений на биологические объекты можно разделить на 3 этапа:

1. **Физическая стадия** лучевого воздействия – ионизация и возбуждение на атомарном уровне. Длительность протекания этого процесса 10-14 – 10-13 секунды. При этом поглощенная энергия может мигрировать по макромолекулам, реализуясь в слабых местах клетки: в белках – это SH–группы, в ДНК – хромофорные группы тиамина, в липидах – ненасыщенные связи. Ионизированные и возбужденные атомы тем самым дают начало химическим реакциям.

2. Этап **химических** преобразований.

Они соответствуют процессам взаимодействия радикалов, нуклеиновых кислот и липидов с водой, О2, ОН и возникновению гидроперекисей, т.е. возникает свободно радикальная реакция приводящая к повреждению структуры мембран клеток и как следствие, высвобождение ферментов и изменение их активности.

3. Нарушения, наступающие в результате высвобождения ферментов и изменения их активности, соответствуют 3 этапу лучевого поражения – **биохимическому**. В дальнейшем возникают нарушения обмена веществ в системах организма с изменением функций, с нейрогуморальными реакциями. Высвободившиеся ферменты путем диффузии достигают любой органеллы клетки и легко проникают в нее благодаря увеличению проницаемости мембран. Под воздействием этих ферментов происходит распад высокомолекулярных соединений клетки, в том числе нуклеиновых кислот и белков.

7. Видовая чувствительность биологических объектов к ИИ весьма различна. Наиболее чувствительны млекопитающие и человек, для которых летальные дозы рентгеновского и гамма-излучения составляют несколько единиц грей (сотен рад). Одноклеточные растения и бактерии наиболее устойчивы к излучениям: летальные дозы для них достигают 1000—1500 Гр (100—150 тыс. рад).

Кислородный эффект заключается в том, что при снижении концентрации кислорода в период облучения уменьшается эффект лучевого воздействия, который объясняется выходом радикала НО2 пропорционально падению или повышению парциального давления кислорода при гидролизе воды.

**6. Рекомендуемая литература:**

1. Куценко С.Н., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. и др. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: учебник/ под редакцией С.А.Куценко – СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2004. – 528 с.: ил.

2. Клиническая радиобиология: монография/ С.П. Ярмоненко. – М.: Медицина, 1992. – 320 с.

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

4. Общая и военная гигиена. Учебник/Под ред. Б.И.Жолуса.-С-Пб, 1997-472 с.Архангельский В.И., 2. Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: практикум: учебное пособие. — М.: ГЭОТАР–Медиа, 2009. — 352 с.

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время |
| 1  1.1  1.2  1.3 | Организационный момент.  Контроль посещаемости, дисциплина, успеваемость и т.д.  Объявление темы, цели занятия.  Краткая характеристика этапов и содержания работы студентов на занятии. |  | 5  5  5 |
| 2  2.1  2.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов  Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов  Тестовый входной контроль знаний | Объяснение  Письменная работа | 5  10 |
| 3  3.1  3.2 | Отработка практических умений и навыков  Разбор теоретического материала  Самостоятельная практическая работа студентов  Решение задач | Фронтальный опрос  Письменные упражнения | 65  65 |
| 4  4.1  4.2  4.3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задач  Домашнее задание | Объяснение  Проверка практической работы  Объяснение | 3  15  2 |

**8. Форма организации занятия** - практическое занятие.

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

- материально-технические - *мел, доска.*

Практическое занятие №3.

**1. Тема: Основные радиационные эффекты при воздействии ионизирующего излучения.**

**2. Цель:** сформировать представление об основных клинических эффектах при действии ионизирующих излучений, дать понятие основных принципов оказания неотложной помощи в случае инкорпорации радионуклидов.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов представление об основных клинических эффектах при действии ионизирующих излучений.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения определять и оценивать клинические формы, тяжесть течения, стадии лучевых поражений.

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. Основные клинические эффекты при действии ионизирующих излучений в зависимости от дозы воздействия.

2. Острая лучевая болезнь, клинические формы, тяжесть течения, стадии.

3. Хроническая лучевая болезнь, периоды, клинические проявления и исходы.

4. Местные радиационные поражения кожи и слизистых оболочек.

5. Стохастические эффекты. Соматические и генетические проявления.

6. Неотложная помощь в случае инкорпорации радионуклидов при различных путях поступления.

**5. Основные понятия темы**

1. В свете современных представлений эффекты, вызванные воздействием ионизирующей радиации, в зависимости от доз могут быть систематизированы в 2 группы.

**Нестохастические**, детерминированные или пороговые радиационные эффекты, возникающие при действии высоких доз. К ним относятся ближайшие соматические эффекты, появляющиеся непосредственно после облучения: лучевая реакция (0,5-1 Гр или 50-100 РАД), острая и хроническая лучевая болезнь различной степени тяжести (1-10 Гр или 100-10000 РАД), лучевые ожоги. Кроме того, выделяют отдаленные последствия нарушения здоровья в виде радиационной катаракты, расстройства функции воспроизводства, склеротические и дистрофические изменения различных тканей. Тяжесть нестохастических эффектов зависит от величины дозы.

**Стохастические**, вероятностные или беспороговые эффекты. Стохастические эффекты – последствия облучения, вероятность которых возрастает с дозой, но тяжесть поражения не зависит от нее (помимо злокачественных опухолей к ним относятся лейкозы, а также уродства у плода и мутагенные (генетические) дефекты).

2. Между дозой облучения, выживаемостью и средней продолжительностью жизни существует строгая зависимость, определяемая различиями в радиочувствительности отдельно жизненно важных систем организма, поражение которых проявляется в виде характерных синдромов – кроветворного, кишечного, церебрального.

Кроветворный синдром у большинства млекопитающих при облучении – 500 – 1000 РАД, смерть наступает в период от 2 до 4 недель.

Кишечный синдром – 1000 – 10000 РАД и заканчивается летально в срок 4 – 7 дней.

При облучении в дозах 15000 РАД и более гибель наступает от церебрального синдрома в первые сутки или часы.

При дозе облучения, превышающей 100000 РАД, животные гибнут мгновенно вследствие денатурационной активации клеток – «молекулярная гибель».

Острые лучевые поражения возникают после однократного или повторных (в течение нескольких суток) воздействий ИИ в массивных дозах. При однократном облучении всего тела в дозе до 0,25 Гр (25 рад) каких-либо изменений в организме не наблюдается, однако хромосомный анализ может указать на повышение частоты аберрантных клеток костного мозга. При дозе 0,25-0,50 Гр (25-50 рад) внешние признаки лучевого поражения обычно отсутствуют, однако могут наблюдаться быстро проходящие изменения крови. Облучение в дозе 0,5-1,0 Гр (50-100 рад) приводит к лучевой реакции с кратковременным снижением числа тромбоцитов и лейкоцитов на 4-6-й неделе и появлению астенического синдрома без существенной потери работоспособности. Более высокие дозы ИИ вызывают острую лучевую болезнь. Форму острой лучевой болезни определяют величина дозы излучения, ведущие патогенетические процессы и соответствующие клинические проявления.

3. При систематическом длительном (в течение месяцев-нескольких лет) внешнем или внутреннем облучении в дозах, превышающих допустимые, развивается хроническая лучевая болезнь. Клиническая картина этого лучевого поражения характеризуется изменениями в системе крови, астеническими, вегетативно-висцеральными, вегетативно-сосудистыми и другими нарушениями различной степени тяжести в зависимости от дозы излучения. Легкая форма хронической лучевой болезни возникает при дозе более 2 Гр (200 рад), средней тяжести - более 4 Гр (400 рад) и тяжелая - при дозе более 6 Гр (600 рад) общего облучения организма. При местном внешнем или внутреннем хроническом облучении в дозах, превышающих допустимые, возможны поражения отдельных органов и тканей.

4. Острые местные лучевые поражения возникают при внешнем или внутреннем облучении в высоких дозах отдельных органов и тканей. Так, дозы до 3 Гр (300 рад) вызывают субэритемную форму лучевого дерматита, 8-10 Гр (800-1000 рад) - эритемную, 15 Гр - буллезную, а 25 Гр - язвенно-некротическую.

Выделяют 4 степени тяжести ОЛБ и острых лучевых ожогов – легкая, средняя, тяжелая, крайне тяжелая.

Фазы развития лучевых ожогов:

- первичная эритема;

- скрытый период;

- период разгара;

- разрешение процесса;

- последствия.

5. Стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты – последствия облучения, вероятность которых возрастает с дозой, но тяжесть поражения не зависит от нее (помимо злокачественных опухолей к ним относятся лейкозы, а также уродства у плода и мутагенные (генетические) дефекты). Они делятся на соматико-стохастические – радиационный канцерогенез, лейкоз, нарушение органогенеза у плода, сокращение продолжительности жизни, и генетические эффекты, то есть безвредные для данного человека, но опасные для его потомства – доминантные и рецессивные генные мутации, хромосомные аберрации. Рак и генетические дефекты могут выявиться при облучении в дозах 0,25-0,5 Гр или 25-50 РАД.

6. Неотложная помощь в случае инкорпорации радионуклидов при различных путях поступления. Главный принцип профилактики внутреннего облучения при инкорпорации радионуклидов – чем раньше начато лечение, тем выше эффективность снижения дозы внутреннего облучения.

Препараты, применяемые при неотложной помощи при инкорпорации радионуклидов, могут быть разделены на сорбенты, хелаты и стабильные нуклиды. В свою очередь, сорбенты могут быть представлены минеральными нерастворимыми солями и полисахаридами, а хелаты - комплексонами и комплексонообразователями.

При попадании радиоактивных веществ в желудочно-кишечный тракт применяют сорбенты (ферроцин, адсобар, альгинат натрия или альгисорб). Прием сорбентов целесообразно сочетать с солевыми слабительными.

Хелаты применяют для связывания радиоактивных веществ путем образования хелатных соединений, выводимых с мочой. Хелаты могут применяться в виде ингаляций в течение первого часа после ингаляционного поступления. При обработке ран и кожных покровов, загрязненных радионуклидами также могут применяться сорбенты и хелаты (в частности пентацин).

Применение препаратов из группы стабильных нуклидов может способствовать снижению дозы внутреннего облучения путем изотопного разбавления (препятствует фиксации радиоактивного изотопа путем метаболической конкуренции с ним – йод, железо, кальций) и ионного антагонизма с радионуклидом (вытеснение из тканей поступивших в них радиоактивных веществ- вода при интоксикации тритием).

**6. Рекомендуемая литература:**

1. Куценко С.Н., Бутомо Н.В., Гребенюк А.Н. и др. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: учебник/ под редакцией С.А.Куценко – СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2004. – 528 с.: ил.

2. Клиническая радиобиология: монография/ С.П. Ярмоненко. – М.: Медицина, 1992. – 320 с.

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

4. Общая и военная гигиена. Учебник/Под ред. Б.И.Жолуса.-С-Пб, 1997-472 с.Архангельский В.И., 2. Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: практикум: учебное пособие. — М.: ГЭОТАР–Медиа, 2009. — 352 с.

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время |
| 1  1.1  1.2  1.3 | Организационный момент.  Контроль посещаемости, дисциплина, успеваемость и т.д.  Объявление темы, цели занятия.  Краткая характеристика этапов и содержания работы студентов на занятии. |  | 5  5  5 |
| 2  2.1  2.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов  Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов  Тестовый входной контроль знаний | Объяснение  Письменная работа | 5  10 |
| 3  3.1  3.2 | Отработка практических умений и навыков  Разбор теоретического материала  Самостоятельная практическая работа студентов  Решение задач | Фронтальный опрос  Письменные упражнения | 65  65 |
| 4  4.1  4.2  4.3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задач  Домашнее задание | Объяснение  Проверка практической работы  Объяснение | 3  15  2 |

**8. Форма организации занятия** - практическое занятие.

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

- материально-технические - *мел, доска, приборы и оборудование,*  *справочные таблицы.*

Практическое занятие №4.

**1. Тема: Охрана здоровья человека от воздействия ионизирующих излучений и радиоактивных веществ. НРБ 99/2009.**

**2. Цель:** сформировать представление об основных принципах нормирования и регламентации ионизирующего излучения.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое понимание принципов нормирования и регламентации ионизирующего излучения, понятия о дозовых пределах и принципах радиационной защиты населения.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения проводить оценку радиационной обстановки, владение основными приемами химической радиозащиты.

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. Гигиеническая характеристика загрязнения окружающей среды радиоактивными вещества-ми (природное, медицинское и техногенное облучение).

2. Понятие о «Нормах радиационной безопасности» (НРБ) и их содержании.

3. Основные принципы радиационной безопасности (принцип нормирования, обоснования, оптимизации).

4. Гигиенические принципы установления пределов доз в зависимости от категорий облучаемых лиц.

5. Гигиенические принципы установления допустимых уровней воздействия в зависимости от категорий облучаемых лиц. Пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и другие.

6. Гигиенические принципы установления контрольных и административных уровней воздействия ионизирующих излучений.

7. Обеспечение радиационной безопасности при природном облучении. Гигиенические обоснования допустимых уровней загрязнения радиоактивными веществами воздуха, питьевой воды, продуктов питания, строительных материалов, минерального сырья, металлолома.

8. Радиационная безопасность пациентов и населения при медицинском облучении. Допустимые уровни облучения населения при медицинских диагностических процедурах.

9. Понятие о химической радиозащите. Препараты, применяемые для защиты от воздействия ионизирующих излучений, механизм действия.

**5. Основные понятия темы**

1. 70-80% радиации человек получает от природных источников. В свою очередь **природное** облучение складывается из:

- космического облучения (внешнее облучение), которое обусловлено ядерными реакциями на далеких планетах. Часть космического ионизирующего излучения задерживается атмосферой, но некоторое количество достигает поверхности Земли. Космическое ионизирующее излучение составляет 5-10% из всех природных радиационных факторов.

- облучение среды обитания человека и организма человека (внутреннее облучение). То есть человек может получить некоторое облучение, во-первых, через воду, атмосферный воздух, почву, продукты питания. Во-вторых, в организме человека постоянно присутствуют радиоактивные вещества. Это излучение также составляет 5-10% из всех природных радиационных факторов.

- 80% из всех природных радиационных факторов составляют два природных радиоактивных газа – радон и торон. На определенной глубине земной коры залегает уран. По цепочке радиоактивного распада он превращается в газ радон, который через поры и трещины в коре выходит в окружающую атмосферу и рассеивается. Но при строительстве и герметизации зданий радон скапливается в помещениях, особенно в подвалах и на первых этажах.

Радиационная безопасность природных источников не нормируется, а обеспечивается путем регулирования применения материалов и сред, то есть существующие нормы радиационной безопасности устанавливают не нормативы, а критерии.

Среди проблем радиационной безопасности **медицинское** облучение занимает ведущее положение благодаря своей распространенности, уровням облучения и специфике. Специфика обусловлена тем, что польза рентгенорадиологических процедур многократно превосходит риск облучения, в связи с чем повышается их частота. В России частота рентгенологических исследований превышает 900 исследований на 1000 жителей. В результате медицинского облучения население каждый год получает удвоенную дозу по сравнению с природным фоном. Например, на территории Чернобыля аварийная доза гораздо ниже, чем медицинская. Медицинское облучение составляет 20-30% от общего облучения.

Медицинское облучение, как и природное, не нормируется, а регулируется, кроме профилактического облучения (1мЗв/год). Существуют СанПиНы к размещению, использованию рентгенорадиологической аппаратуры, к отделке помещений, к гигиене труда при работе с источниками ионизирующих излучений и т. д.

**Техногенное облучение** составляет лишь 1,5-3% от общего облучения. На источниках техногенного облучения более подробно остановимся во время практического занятия по вопросам радиационной гигиены. Сейчас отметим, что при эксплуатации источника ионизирующих излучений в обычном режиме радиоактивное облучение нормируется. Законом РФ о радиационной безопасности установлен годовой дозовый предел для населения и персонала. Так для персонала А этот предел составляет 20 мЗв/год, для персонала Б – ¼ от предела, установленного для персонала А. Для остального населения – 1 мЗв/год. Существуют отдельные СанПиНы для таких случаев, которые предусматривают ограничение деятельности с учетом установленных критериев.

2. Особая ответственность радиационной гигиены подкрепляется Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.96 г. В соответствии с данным законом «радиационная безопасность населения – состояние защищенности настоящего и будущего поколений от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения» (Статья 1). Статья 22 этого же закона гласит, что «граждане Российской Федерации, иностранные граждане и граждане без гражданства, проживающие на территории Российской Федерации, имеют право на радиационную безопасность. Это право обеспечивается за счет проведения комплекса мероприятий по предотвращению радиационного воздействия на организм человека ионизирующего излучения выше установленных норм, правил и нормативов».

Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Нормы распространяются на следующие источники ионизирующего излучения:

- техногенные источники за счёт нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;

- техногенные источники в результате радиационной аварии;

- природные источники;

* медицинские источники.

Требования Норм не распространяются на источники излучения, создающие при любых условиях обращения с ними:

- индивидуальную годовую эффективную дозу не более 10 мкЗв; и

- коллективную эффективную годовую дозу не более 1 чел.-Зв, либо когда при коллективной дозе более 1 чел.-Зв оценка по принципу оптимизации показывает нецелесообразность снижения коллективной дозы;

- индивидуальную годовую эквивалентную дозу в коже не более 50 мЗв и в хрусталике глаза не более 15 мЗв.

Требования Норм не распространяются также на космическое излучение на поверхности Земли и внутреннее облучение человека, создаваемое природным калием, на которые практически невозможно влиять.

3. Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации источников излучения необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения (принцип нормирования);

- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);

- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации).

4. Устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

- персонал (группы А и Б);

- все население, включая лиц из персонала вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются два класса нормативов:

- основные пределы доз (ПД);

- допустимые уровни монофакторного воздействия.

**Основные пределы доз**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Нормируемые**  **величины\*** | **Пределы доз** | |
| **персонал (группа А)\*\*** | **Население** |
| Эффективная доза | 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год | 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год |
| Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза\*\*\*  коже\*\*\*\*  кистях и стопах | 150 мЗв  500 мЗв  500 мЗв | 15 мЗв  50 мЗв  50 мЗв |

*\*\* Основные пределы доз, как и все остальные допустимые уровни воздействия персонала группы Б, равны 1/4 значений для персонала группы А. Далее в тексте все нормативные значения для категории персонал приводятся только для группы А.*

5. Допустимые уровни монофакторного воздействия (для одного радионуклида, пути поступления или одного вида внешнего облучения), являющиеся производными от основных пределов доз: пределы годового поступления (ПГП), допустимые среднегодовые объемные активности (ДОА), среднегодовые удельные активности (ДУА) и другие;

6. Для обеспечения условий, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого, с учетом достигнутого в организации уровня радиационной безопасности, администрацией организации дополнительно устанавливаются контрольные уровни (дозы, уровни активности, плотности потоков и др.).

7. Снижение облучения населения достигается путем установления системы ограничений на облучение населения от отдельных природных источников излучения.

При проектировании новых зданий жилого и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе помещений ЭРОАRn + 4,6⋅ЭРОАTn не превышала 100 Бк/м3, а мощность эффективной дозы гамма-излучения не превышала мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч.

Эффективная удельная активность (Аэфф) природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье и пр.), добываемых на их месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также отходы промышленного производства, используемые для изготовления строительных материалов (золы, шлаки и пр.), и готовой продукции не должна превышать:

- для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях (I класс) 370 Бк/кг,

- для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений (II класс) 740 Бк/кг;

- для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс) 1500 Бк/кг.

При 1,5 кБк/кг < Аэфф ≤4,0 кБк/кг (IV класс) вопрос об использовании материалов решается в каждом случае отдельно на основании санитарно-эпидемиологического заключения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор. При Аэфф > 4,0 кБк/кг материалы не должны использоваться в строительстве.

Предварительная оценка качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности может быть дана по удельной суммарной альфа- (Аα) и бета-активности (Аβ). При значениях Аα и Аβ ниже 0,2 и 1,0 Бк/кг, соответственно, дальнейшие исследования воды не являются обязательными.

Удельная активность природных радионуклидов в минеральных удобрениях и агрохимикатах не должна превышать 1,0 кБк/кг.

8. Радиационная безопасность лиц, подвергающихся медицинским рентгенорадиологическим процедурам (диагностическим, лечебным, профилактическим, исследовательским), должна быть обеспечена путем обоснования проведения таких процедур и оптимизации радиационной защиты. Радиационная защита пациентов при медицинском облучении должна быть основана на необходимости получения полезной диагностической информации и/или терапевтического эффекта от соответствующих медицинских процедур при наименьших возможных уровнях облучения.

Дозы, получаемые пациентами при проведении рентгенорадиологических процедур, не нормируются. Проведение диагностических рентгенорадиологических исследований должно быть обосновано с учетом следующих требований:

• наличие клинических показаний;

• выбор наиболее щадящих в отношении облучения методов исследований;

• рассмотрение альтернативных (нерадиационных) методов диагностики.

Проведение терапевтических рентгенорадиологических процедур должно быть обосновано с учетом следующих требований:

• ожидаемая эффективность лечения превосходит эффективность альтернативных (нерадиационных) методов;

• риск отказа от лучевой терапии заведомо превышает риск от облучения при ее проведении.

Использование технических средств радиационной защиты пациентов (стационарных, передвижных и индивидуальных) является обязательным при проведении диагностических рентгенологических процедур. Части тела пациентов вне поля излучения должны быть защищены средствами индивидуальной защиты (фартуки и накидки из просвинцованной резины). Эффективность средств индивидуальной защиты подлежит контролю.

При проведении обоснованных медицинских рентгенорадиологических обследований в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур, а также рентгенорадиологических профилактических медицинских и научных исследований практически здоровых лиц, не получающих прямой пользы для своего здоровья от процедур, связанных с облучением, годовая эффективная доза не должна превышать 1 мЗв.

Лица (не персонал рентгенорадиологических отделений), оказывающие помощь в поддержке пациентов (тяжелобольных, детей и др.) при выполнении рентгенорадиологических процедур, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год. Такие же требования предъявляются к радиационной безопасности взрослых лиц, проживающих вместе с пациентами, прошедшими курс радионуклидной терапии или брахитерапии с имплантацией закрытых источников и выписанными из клиники. Для остальных взрослых лиц, а также для детей, контактирующих с пациентами, выписанными из клиники после радионуклидной терапии или брахитерапии, предел дозы составляет 1 мЗв в год.

9. Понятие о химической радиозащите. Под радиозащитным эффектом понимают снижение частоты и тяжести постлучевых повреждений биомолекул и (или) стимуляцию процессов их посттрадиционной репарации.

Серосодержащие радиопротекторы (аминотиолы). Быстрое проявление радиозащитной активности обусловлено преимущественным поступлением радиопротекторов в клетки радиочувствительных тканей, в которых в сжатые сроки (5-10 мин) достигается максимальная концентрация препаратов. Наиболее эффективными препаратами данной группы являются цистамин и гаммафос (этиол).

Радиопротекторы рецепторного действия (агонисты биогенных аминов). Механизм радиозащитного действия связан преимущественно с гипоксическим эффектом. К этой группе относятся серотонин, адреналин, мезатон и др., вызывающие регионарную гипоксию, а также соединения вызывающие гипоксию смешанного типа (оксид углерода, метгемоглобинообразователи) – мексамин, индралин, нафтизин.

Средства повышения радиорезистентности организма:

- средства защиты от поражающих доз облучения (экзогенные и эндогенные иммуномодуляторы, детоксикационные средства);

- средства защиты от субклинических доз облучения (антиоксиданты, природные адаптогены).

**6. Рекомендуемая литература:**

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время |
| 1  1.1  1.2  1.3 | Организационный момент.  Контроль посещаемости, дисциплина, успеваемость и т.д.  Объявление темы, цели занятия.  Краткая характеристика этапов и содержания работы студентов на занятии. |  | 5  5  5 |
| 2  2.1  2.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов  Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов  Тестовый входной контроль знаний | Объяснение  Письменная работа | 5  10 |
| 3  3.1  3.2 | Отработка практических умений и навыков  Разбор теоретического материала  Самостоятельная практическая работа студентов  Решение задач | Фронтальный опрос  Письменные упражнения | 65  65 |
| 4  4.1  4.2  4.3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задач  Домашнее задание | Объяснение  Проверка практической работы  Объяснение | 3  15  2 |

**8. Форма организации занятия** - практическое занятие.

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

- материально-технические - *мел, доска, приборы и оборудование,*  *справочные таблицы, номограммы.*

Практическое занятие №5.

**1. Тема: Общие вопросы радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений.**

**2. Цель:** дать понимание вопросов радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов понимание принципов организации работ с источниками ионизирующих излучений.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения определять и оценивать мероприятия по радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений.

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. Классификация радиационных объектов по потенциальной опасности.
2. Требования к размещению радиационных объектов.
3. Организация санитарно-защитных зон и зон наблюдения. СП 2.6.1.2216-07.
4. Проектирование радиационных объектов.
5. Организация работ с источниками излучения.
6. Поставка, учет, хранение и перевозка источников излучения, вывод из эксплуатации.

**5. Основные понятия темы**

1. По потенциальной радиационной опасности устанавливается четыре категории объектов.

К I категории относятся радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите.

Во II категории объектов радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией санитарно-защитной зоны.

К III категории относятся объекты, радиационное воздействие при аварии которых ограничивается территорией объекта.

К IV категории относятся объекты, радиационное воздействие от которых при аварии ограничивается помещениями, где проводятся работы с источниками излучения.

2. При выборе места строительства радиационного объекта необходимо учитывать категорию объекта, его потенциальную радиационную и химическую опасность для населения и окружающей среды.

При выборе места размещения радиационных объектов I-III категории должны быть оценены метеорологические, гидрологические, геологические и сейсмические факторы, влияющие на безопасность радиационных объектов при их нормальной эксплуатации и при возможных авариях.

При выборе площадки для строительства радиационных объектов I-III категории, на которых происходит обращение с радиоактивными веществами, следует отдавать предпочтение участкам:

- расположенным на малонаселенных незатопляемых территориях;

- имеющим устойчивый ветровой режим;

- ограничивающим возможность распространения радиоактивных веществ за пределы промышленной площадки объекта, благодаря своим топографическим и гидрогеологическим условиям.

Радиационные объекты I и II категорий должны располагаться с учетом розы ветров преимущественно с подветренной стороны по отношению к жилой территории, лечебно-профилактическим и детским учреждениям, а также к местам отдыха и спортивным сооружениям.

Размещение радиационного объекта должно быть согласовано с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор, с учетом перспектив развития как самого объекта, так и района его размещения.

Не допускается размещение источников ионизирующего излучения и работа с ними в жилых зданиях и детских учреждениях, кроме рентгенодиагностических аппаратов с цифровой обработкой изображения, применяемых в стоматологической практике, максимальная рабочая нагрузка которых не превышает 40 мА мин/нед., при условии обеспечения требований норм радиационной безопасности для населения в пределах помещений, в которых проводятся рентгеностоматологические исследования.

3. Вокруг радиационных объектов I - III категорий устанавливается санитарно-защитная зона, а вокруг радиационных объектов I категории - также и зона наблюдения. Для радиационных объектов III категории санитарно-защитная зона ограничивается территорией объекта, для радиационных объектов IV категории установления зон не предусмотрено.

***Санитарно-защитная зона*** (СЗЗ) – территория вокруг предприятия, на которой запрещается размещение жилых зданий, детских учреждений, а также не относящихся к функционированию радиационного объекта лечебных учреждений, предприятий общественного питания, промышленных объектов, подсобных и иных сооружений и объектов. СЗЗ является защитным барьером, обеспечивающим безопасность населения при эксплуатации радиационного объекта (Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов: условия эксплуатации и обоснование границ» - СП 2.6.1.2216-07).

Размеры санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения вокруг радиационного объекта устанавливаются с учетом уровней внешнего облучения, а также величин и площадей возможного распространения радиоактивных выбросов и сбросов.

Использование земель санитарно-защитной зоны для сельскохозяйственных целей возможно только с разрешения органов, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор. В этом случае вся вырабатываемая продукция подлежит радиационному контролю.

***Зона наблюдения*** (ЗН) – территория, граничащая с СЗЗ, на которой уровень облучения проживающего населения за счет радиоактивных выбросов и сбросов может достигать установленного предела.

В зоне наблюдения, на случай аварийного выброса радиоактивных веществ, администрацией территории должен быть предусмотрен комплекс защитных мероприятий.

В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения силами службы радиационной безопасности объекта должен проводиться радиационный контроль.

4. Проектная документация на радиационные объекты должна содержать обоснование мер безопасности при конструировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации, выводе из эксплуатации, а также в случае аварии, и её рассмотрение и утверждение должно проводиться в соответствии с действующим законодательством.

В проектной документации радиационного объекта для каждого помещения (участка, территории) указывается:

- при работе с открытыми источниками излучения: радионуклид, соединение, агрегатное состояние, активность на рабочем месте, годовое потребление, вид и характер планируемых работ, класс работ;

- при работе с закрытыми источниками излучения: радионуклид, его вид, активность, допустимое количество источников излучения на рабочем месте и их суммарная активность, характер планируемых работ;

- при работе с устройствами, генерирующими ионизирующее излучение: тип устройства, вид, энергия и интенсивность генерируемого излучения и (или) анодное напряжение, сила тока, мощность, максимально допустимое число одновременно работающих устройств размещенных в одном помещении (на участке, территории);

- при работах на ядерных реакторах, с генераторами радионуклидов, радиоактивными отходами и с другими источниками излучения со сложной радиационной характеристикой: источник излучения и его радиационные характеристики (радионуклидный состав, активность, энергия, интенсивность излучения).

Проектирование защиты от внешнего облучения персонала и населения необходимо проводить с коэффициентом запаса по годовой эффективной дозе не менее 2. При этом необходимо учитывать наличие других источников излучения и перспективное увеличение их мощности.

Расчет допустимых годовых выбросов и сбросов радиационных объектов должен проводиться исходя из требования, чтобы эффективная доза для населения за 70 лет жизни, обусловленная годовым выбросом и сбросом, не превышала установленного допустимого уровня воздействия от предела дозы.

При проектировании радиационных объектов и выборе технологических схем работ следует обеспечить:

- минимальное облучение персонала и населения в соответствии с принципом оптимизации;

- максимальную автоматизацию и механизацию операций;

- автоматизированный и визуальный контроль за ходом технологического процесса;

- применение наименее токсичных и вредных веществ;

- минимальные уровни шума, вибрации и других вредных факторов;

- минимальные выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду;

- минимальное количество радиоактивных отходов с простыми, надежными способами их временного хранения и переработки;

- звуковую и/или световую сигнализацию о нарушениях технологического процесса;

- блокировки.

В проекте радиационного объекта должен быть предусмотрен комплекс организационных, технических и санитарно-гигиенических мероприятий по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при проведении ремонтных работ.

5. Деятельность, связанная с использованием источников излучения не допускается без наличия ***лицензии*** на данный вид деятельности, выдаваемой в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Все виды обращения с источниками ионизирующего излучения, включая радиационный контроль, разрешаются только при наличии ***санитарно-эпидемиологического заключения*** ***о соответствии условий работы*** с источниками излучения санитарным правилам, которое выдают органы, осуществляющие государственный санитарно-эпидемиологический надзор по обращению юридического или физического лица.

Работа с источниками излучения разрешается только в помещениях, зданиях (сооружениях) и на территориях, указанных в санитарно-эпидемиологическом заключении. На дверях каждого помещения должны быть указаны его назначение, класс проводимых работ с открытыми источниками излучения и знак радиационной опасности.

Оборудование, аппараты, контейнеры, упаковки, передвижные установки, специальные транспортные средства, содержащие источники излучения, должны иметь знак радиационной опасности.

Обеспечение условий сохранности источников излучения осуществляет администрация юридического лица или физическое лицо.

Обращение с источниками излучения, предусмотренное статьей 27 Федерального закона от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в различных областях промышленности, науки, медицины, образования, сельского хозяйства, торговли, разрешается только при наличии ***санитарно-эпидемиологического заключения на эти источники***.

К моменту получения источника излучения юридическое или физическое лицо утверждает список лиц, допущенных к работе с ним, обеспечивает их необходимое обучение, назначает лиц, ответственных за обеспечение радиационной безопасности, учет и хранение источников излучения, за организацию сбора, хранения и сдачу радиоактивных отходов, радиационный контроль.

Вопрос дальнейшего использования помещений, в которых проводились работы с радиоактивными веществами, решается после проведения радиационного контроля, а при необходимости, проведения дезактивационных работ.

К работе с источниками излучения допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с источником излучения и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности.

При проведении работ с источниками излучения не допускается выполнение операций, не предусмотренных инструкциями по эксплуатации и радиационной безопасности, если эти действия не направлены на принятие экстренных мер по предотвращению аварий и других обстоятельств, угрожающих здоровью работающих.

6. **Поставка, учет, хранение и транспортирование источников излучения**

Поставка юридическим или физическим лицам источников излучения и изделий, содержащих их, за исключением делящихся материалов, проводится по заявкам.

Передача от одного юридического или физического лица другому источников излучения и содержащих их изделий, производится с обязательным информированием органов, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор по месту нахождения как передающего, так и принимающего источники излучения юридического или физического лица.

Получение и передача источников излучения и изделий, их содержащих, разрешается только для юридических или физических лиц, имеющих лицензию на деятельность в области обращения с источниками ионизирующего излучения.

Юридическое или физическое лицо, получившее источники излучения, письменно извещает об этом органы, осуществляющие государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Юридические и физические лица обеспечивают сохранность источников излучения и должны обеспечить такие условия получения, хранения, использования и списания с учета всех источников излучения, при которых исключается возможность их утраты или бесконтрольного использования.

Лицо, назначенное ответственным за учет и хранение источников излучения, осуществляет регулирование их приема и передачи.

Все поступившие источники излучения подлежат учету.

Источники излучения выдаются ответственным лицом из мест хранения по требованиям с письменного разрешения руководителя или лица, им уполномоченного. Выдача и возврат источников излучения регистрируется. Допускается электронная форма регистрации с защитой информации от несанкционированных изменений.

Расходование радиоактивных веществ, используемых в открытом виде, оформляется внутренними актами, составляемыми исполнителями работ с участием лиц, ответственных за учет и хранение источников излучения и за радиационный контроль. Акты утверждаются юридическим или физическим лицом и служат основанием для учета движения радиоактивных веществ.

Юридические и физические лица должны проводить инвентаризацию источников излучения. В случае обнаружения хищений и потерь источников излучения следует немедленно информировать вышестоящую организацию и органы, осуществляющие государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Источники излучения, не находящиеся в работе, должны храниться в специально отведенных местах или в оборудованных хранилищах, обеспечивающих их сохранность и исключающих доступ к ним посторонних лиц. Активность радионуклидов, находящихся в хранилище, не должна превышать установленных в технической документации допустимых.

Отделка и оборудование помещения для хранения открытых источников излучения должны отвечать требованиям, предъявляемым к помещениям для работ соответствующего класса, но не ниже II класса.

Устройства для хранения источников излучения должны быть сконструированы так, чтобы при закладке или извлечении отдельных источников излучения персонал не подвергался облучению от остальных источников излучения.

Стеклянные емкости, содержащие радиоактивные жидкости, должны быть помещены в металлические или пластмассовые упаковки.

Радионуклиды, при хранении которых возможно выделение радиоактивных газов, паров или аэрозолей, должны храниться в вытяжных шкафах, боксах, камерах, с очистными фильтрами на вентиляционных системах, в закрытых сосудах, выполненных из несгораемых материалов, с отводом образующихся газов.

Хранилище должно быть оборудовано круглосуточно работающей вытяжной вентиляцией.

При хранении радиоактивных веществ с высокой активностью должна предусматриваться система их охлаждения. При хранении делящихся материалов обеспечиваются меры радиационной и ядерной безопасности. Долговременное хранение делящихся материалов должно осуществляться в специальных хранилищах, требования к которым определяются специальными санитарными правилами и нормативами.

Радионуклидные источники излучения, не пригодные для дальнейшего использования, должны своевременно списываться и сдаваться на переработку или захоронение.

Транспортирование радионуклидных источников внутри помещений, а также на территории радиационного объекта должно производиться в контейнерах и упаковках с учетом физического состояния источников излучения, их активности, вида излучения, габаритов и массы упаковки, с соблюдением условий безопасности.

Транспортные средства, специально предназначенные для перевозки радионуклидных источников за пределами радиационного объекта, должны соответствовать требованиям СанПиН 2.6.1.1281-03 «Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ)» (зарегистрированы Министерством юстиции Российской Федерации 13.05.2003 г., регистрационный № 4529).

**Вывод из эксплуатации радиационных объектов и источников излучения**

Решение о продлении срока эксплуатации или выводе радиационного объекта из эксплуатации, а также выбор его варианта принимается в установленном порядке после комплексного обследования радиационного и технического состояния технологических систем и оборудования, строительных конструкций и прилегающей территории объекта.

Вывод из эксплуатации радиационного объекта или отдельной его части должен производиться в соответствии с проектом.

Проектные решения по выводу из эксплуатации радиационного объекта, направленные на обеспечение безопасности персонала, населения и охрану окружающей среды должны предусматривать:

- подготовку необходимого оборудования для проведения демонтажных работ;

- методы и средства дезактивации демонтируемого оборудования;

- порядок утилизации радиоактивных отходов;

- перечень и описание мер радиационной защиты, которые будут применяться во время работ по выводу объекта из эксплуатации;

- реабилитацию высвобождаемых площадей и территорий.

В проекте вывода радиационного объекта из эксплуатации следует оценить ожидаемые индивидуальные и коллективные дозы облучения персонала и населения.

Работы по выводу радиационных объектов из эксплуатации должны выполняться специально подготовленным персоналом объекта или персоналом других организаций, имеющих соответствующую лицензию.

После вывода из эксплуатации генерирующих источников ионизирующего излучения они должны быть приведены в состояние, исключающее возможность использования их в качестве источников ионизирующего излучения.

После вывода из эксплуатации радионуклидных источников они должны передаваться в специализированные организации для захоронения.

**6. Рекомендуемая литература:**

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время |
| 1  1.1  1.2  1.3 | Организационный момент.  Контроль посещаемости, дисциплина, успеваемость и т.д.  Объявление темы, цели занятия.  Краткая характеристика этапов и содержания работы студентов на занятии. |  | 5  5  5 |
| 2  2.1  2.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов  Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов  Тестовый входной контроль знаний | Объяснение  Письменная работа | 5  10 |
| 3  3.1  3.2 | Отработка практических умений и навыков  Разбор теоретического материала  Самостоятельная практическая работа студентов  Решение задач | Фронтальный опрос  Письменные упражнения | 65  65 |
| 4  4.1  4.2  4.3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задач  Домашнее задание | Объяснение  Проверка практической работы  Объяснение | 3  15  2 |

**8. Форма организации занятия** - практическое занятие.

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

- материально-технические - *мел, доска, приборы и оборудование.*

Практическое занятие №6.

**1. Тема: Гигиена труда при работе с открытыми и закрытыми источниками ионизирующих излучений.**

**2. Цель:** дать понимание вопросов обеспечения радиационной безопасности при работе с открытыми и закрытыми источниками ионизирующих излучений.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов понимание принципов организации работ с открытыми и закрытыми источниками ионизирующих излучений.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения определять и оценивать мероприятия по радиационной безопасности при работе с открытыми и закрытыми источниками ионизирующих излучений.

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 Понятие о закрытых источниках ионизирующих излучений, их классификация.

2. Понятие об открытых источниках ионизирующих излучений, их классификация.

3. Принципы и методы защиты при работе с закрытыми источниками ионизирующих излучений (защита количеством, временем, расстоянием, экраном).

4. Гигиена труда при работе с закрытыми источниками в медицинской практике в соответствии с «ОСПОРБ - 99/2010».

5. Открытые источники ионизирующего излучения. Характеристика радиоактивных веществ, наиболее часто применяющихся в открытом виде, классов опасности работ с радиоактивными веществами.

6. Гигиенические принципы планировки помещений, предназначенных для работ с радиоактивными веществами в открытом виде при различных классах работ.

7. Санитарно-технические системы обеспечения работ с открытыми источниками ионизирующего излучения (вентиляция, воздухоочистка, водоснабжение, канализация). Организация санпропускников и саншлюзов.

8. Меры личной безопасности, средства индивидуальной защиты, методы санитарной обработки персонала.

9. Медицинский контроль за персоналом, работающим с открытыми источниками ионизирующих излучений (предварительные и периодические медицинские осмотры). Противопоказания для приема на работу с источниками ионизирующих излучений.

10. Дозиметрический контроль на объектах, использующих источники ионизирующего излучения (общий, индивидуальный).

**4. Основные понятия темы**

1. **Закрытые** источники ионизирующих излучений – это такие источники, устройство которого исключает поступление радиоактивного вещества во внешнюю среду. В медицине и биологии широко используются рентгеновские аппараты, ускорители заряженных частиц, телегамматерапия, кобальтовая пушка, аппараты для стерилизации перевязочного материала, искусственные водители сердечного ритма (на основе плутония238) и др. В промышленности закрытые источники применяются в качестве индикаторов уровня жидких и сыпучих продуктов, измерителей плотности жидкостей, толщины материалов, а также для обнаружения дефектов в различных деталях (γ-дефектоскопы).

2. **Открытые** источники – это радионуклидные источники ионизирующих излучений, при использовании которых возможно поступление содержащихся в них радионуклидов в окружающую среду. Они применяются в ядерной энергетике, машиностроении (контроль тезнологических процессов, износоустойчивость материалов), науке (метод «меченных атомов», радиоактивационный анализ), медицине (радиоизотопная диагностика и терапия, радонолечение). Для лечебных и диагностических целей (скенирования) введение препаратов осуществляется при приеме внутрь, внутривенном введении, вдыхании и т.д.

Известны 4 пути воздействия радиоактивных веществ на организм:

1. Дистантный – от радиоактивных веществ, расположенных вне тела человека.

2. Контактный.

3. Ингаляционный.

4. Пероральный.

Поведение РВ в местах поступления и внутри организма определяется его агрегатным состоянием, растворимостью, способностью к гидролизу, комплексообразованию и ионному обмену.

3. **Принципы** обеспечения радиационной защиты при работе с **закрытыми источниками** ионизирующих излучений:

1. Защита количеством (мощность источника)

2. Защита временем

3. Расстоянием

4. Экранирование источников ионизирующих излучений.

4. Использование закрытых радионуклидных источников и устройств, генерирующих ионизирующее излучение, регламентируется требованиями «ОСПОРБ - 99/2010», государственных стандартов и технической документации на источники излучения.

Не допускается использование закрытых радионуклидных источников в случае нарушения их герметичности, а также по истечении установленного срока эксплуатации.

Устройство, в которое помещен закрытый радионуклидный источник, должно быть устойчивым к механическим, химическим, температурным и другим воздействиям, иметь знак радиационной опасности.

В нерабочем положении закрытые радионуклидные источники должны находиться в защитных устройствах, а устройства, генерирующие ионизирующее излучение, должны быть обесточены.

Для извлечения закрытого радионуклидного источника из контейнера следует пользоваться дистанционным инструментом или специальными приспособлениями. При работе с закрытым радионуклидным источником, извлеченным из защитного контейнера, должны применяться защитные экраны и манипуляторы, а при работе с источником, создающим мощность эквивалентной дозы более 2 мЗв/ч на расстоянии 1 м - специальные защитные устройства с дистанционным управлением.

Мощность эквивалентной дозы излучения от переносных, передвижных, стационарных дефектоскопических, терапевтических аппаратов и других установок, действие которых основано на использовании закрытых радионуклидных источников, не должна превышать 20 мкЗв/ч на расстоянии 1 м от поверхности защитного блока с источником.

Для радиоизотопных приборов, предназначенных для использования в производственных условиях, мощность эквивалентной дозы излучения у поверхности блока с закрытым радионуклидным источником не должна превышать 100 мкЗв/ч, а на расстоянии 1 м от нее – 3,0 мкЗв/ч.

Мощность эквивалентной дозы излучения от устройств, при работе которых возникает сопутствующее неиспользуемое рентгеновское излучение, не должна превышать 3,0 мкЗв/ч на расстоянии 0,1 м от любой внешней поверхности.

Рабочая часть стационарных аппаратов и установок с неограниченным по направлению пучком излучения должна размещаться в отдельном помещении (преимущественно в отдельном здании или отдельном крыле здания); материал и толщина стен, пола, потолка этого помещения при любых положениях источника и направлении пучка излучения должны обеспечивать ослабление ионизирующего излучения в смежных помещениях и на территории организации до допустимых значений.

Пульт управления таким аппаратом (установкой) должен размещаться в отдельном от источника излучения помещении. Входная дверь в помещение, где находится аппарат, должна блокироваться с механизмом перемещения источника излучения или с включением высокого (ускоряющего) напряжения так, чтобы исключить возможность случайного облучения персонала.

Помещения, где проводятся работы на стационарных установках с закрытыми радионуклидными источниками, должны быть оборудованы системами блокировки и сигнализации о положении источника (блока источников). Кроме того, должно быть предусмотрено устройство для принудительного дистанционного перемещения закрытого радионуклидного источника в положение хранения в случае отключения энергопитания установки или в случае любой другой нештатной ситуации.

При подводном хранении закрытых радионуклидных источников должны быть предусмотрены системы автоматического поддержания уровня воды в бассейне, сигнализации об изменении уровня воды и о повышении мощности дозы в рабочем помещении.

При работе с закрытыми радионуклидными источниками специальные требования к отделке помещений не предъявляются. Поверхности стен, пола и потолка должны быть гладкими, легко очищаемыми и допускать влажную уборку.

При использовании приборов с закрытыми радионуклидными источниками и устройств, генерирующих ионизирующее излучение, вне помещений или в общих производственных помещениях, должен быть исключен доступ посторонних лиц к источникам излучения и обеспечена их сохранность.

В целях обеспечения радиационной безопасности персонала и населения следует:

- направлять ионизирующее излучение в сторону земли или туда, где отсутствуют люди;

- удалять источники излучения от обслуживающего персонала и других лиц на возможно большее расстояние;

- ограничивать время пребывания людей вблизи источников излучения;

- вывешивать знак радиационной опасности и предупредительные плакаты, которые должны быть отчетливо видны с расстояния не менее 3 м.

5. Радионуклиды как потенциальные источники внутреннего облучения разделяются по степени радиационной опасности на четыре группы в зависимости от минимально значимой активности (МЗА):

группа А - радионуклиды с минимально значимой активностью 103 Бк;

группа Б - радионуклиды с минимально значимой активностью 104 и 105Бк;

группа В - радионуклиды с минимально значимой активностью 106 и 107 Бк;

группа Г - радионуклиды с минимально значимой активностью 108 Бк и более.

Все работы с использованием открытых источников излучения разделяются на три класса. Класс работ устанавливается по таблице 3.8.1 в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида и его активности на рабочем месте, при условии, что удельная активность радионуклида превышает его МЗУА.

Класс работ с открытыми источниками излучения

|  |  |
| --- | --- |
| Класс работ | Суммарная активность на рабочем месте, приведенная к группе А, Бк |
| I класс | Более 108 |
| II класс | Более 105 до 108 |
| III класс | Более 103 до 105 |

Основные **принципы защиты** при работе с **открытыми источниками** ионизирующих излучений

1. Использование принципов защиты, предусмотренных для работы с закрытыми с источниками ионизирующих излучений.
2. Герметизация производственного оборудования.
3. Мероприятия планировочного характера – зонирование территории на **3 зоны**
4. Применение санитарно-технических устройств и оборудования (вентиляция и пылегазоочистка).
5. Использования средств индивидуальной защиты и их санитарная обработка.
6. Личная гигиена.
7. Очистка от радиоактивных веществ загрязненных поверхностей помещений, оборудования.
8. Радиационный и медицинский контроль.

6. **Работы I класса** должны проводиться в отдельном здании или изолированной части здания с отдельным входом только через санпропускник. Рабочие помещения должны быть оборудованы боксами, камерами, каньонами или другим герметичным оборудованием. Помещения, разделяются на три зоны:

**1 зона** - необслуживаемые помещения, где размещаются технологическое оборудование и коммуникации, являющиеся основными источниками излучения и радиоактивного загрязнения. Пребывание персонала в необслуживаемых помещениях при работающем технологическом оборудовании не допускается;

**2 зона** – помещения временного пребывания персонала, предназначенные для ремонта оборудования, других работ, связанных с вскрытием технологического оборудования, размещения узлов загрузки и выгрузки радиоактивных веществ, временного хранения сырья, готовой продукции и радиоактивных отходов;

**3 зона** - помещения постоянного пребывания персонала (пульты управления, ординаторские).

Для исключения распространения радиоактивного загрязнения между 2 и 3 зонами оборудуются саншлюзы.

**Работы III класса** должны проводиться в отдельных помещениях. В составе этих помещений предусматривается устройство общеобменной и местной приточно-вытяжной вентиляции и душевой. Работы, связанные с возможностью радиоактивного загрязнения воздуха (операции с порошками, упаривание растворов, работа с эманирующими и летучими веществами), должны проводиться в вытяжных шкафах. Поверхности помещений должна быть гладкими, без повреждений и допускать влажную уборку и дезактивацию.

**Работы II класса** должны проводиться в помещениях, скомпонованных в отдельной части здания изолированно от других помещений. При проведении в одной организации работ II и III классов, связанных единой технологией, можно выделить общий блок помещений, оборудованных в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам II класса.

При планировке выделяются помещения постоянного и временного пребывания персонала.

В составе этих помещений должен быть санпропускник или саншлюз. Помещения для работ II класса должны быть оборудованы вытяжными шкафами или боксами.

7. При работе с открытыми источниками излучения вентиляционные и воздухоочистные устройства должны обеспечивать защиту от радиоактивного загрязнения воздуха рабочих помещений и атмосферного воздуха. Рабочие помещения, вытяжные шкафы, боксы, каньоны и другое технологическое оборудование должны быть так устроены, чтобы поток воздуха был направлен из менее загрязненных пространств к более загрязненным.

Для работ с эманирующими и летучими радиоактивными веществами должна быть предусмотрена постоянно действующая система вытяжной вентиляции хранилищ, рабочих помещений и боксов.

Радиационные объекты, где ведутся работы с открытыми источниками излучения всех классов, должны иметь холодное и горячее водоснабжение и канализацию. Исключение допускается для полевых лабораторий, ведущих работы III класса и располагающихся вне населенных пунктов или в населенных пунктах, не имеющих центрального водоснабжения.

В помещениях для работ I и II классов краны для воды, подаваемой к раковинам, должны иметь смесители и открываться при помощи педального, локтевого или бесконтактного устройства. В умывальных помещениях должны быть электросушилки для рук.

Система специальной канализации должна предусматривать дезактивацию сточных вод и возможность их повторного использования для технологических целей.

**Санпропускник** должен размещаться в здании, в котором проводятся работы с открытыми источниками излучения, или в отдельном здании, соединенном с производственным корпусом закрытой галереей.

В состав санпропускника входят: душевые, гардеробная домашней одежды, гардеробная спецодежды, помещения для хранения средств индивидуальной защиты, пункт радиометрического контроля кожных покровов и спецодежды, душевые, термокамера, кладовая грязной спецодежды, кладовая чистой спецодежды, комната гигиены женщин, туалетные комнаты.

Планировка санпропускника должна исключать возможность пересечения потоков персонала в личной и специальной одежде. Возможность прохода из помещений зоны свободного доступа в помещения зоны контролируемого доступа, минуя санпропускник, должна быть исключена.

Стационарные саншлюзы размещаются между 2-ой и 3-ей зонами рабочих помещений, в которых проводятся работы с открытыми источниками излучения. В саншлюзах предусматриваются:

- места для переодевания, хранения и предварительной дезактивации дополнительных средств индивидуальной защиты;

- пункт радиационного контроля;

- умывальники.

8. Все работающие с источниками излучения или посещающие участки, где производятся такие работы, должны обеспечиваться сертифицированными спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с видом и классом работ.

3.14.2. При работах с радиоактивными веществами в открытом виде I и II класса персонал должен иметь комплект основных средств индивидуальной защиты, а также дополнительные средства защиты в зависимости от уровня и характера возможного радиоактивного загрязнения.

Основной комплект средств индивидуальной защиты включает: спецбелье, носки, комбинезон или костюм (куртка, брюки), спецобувь, шапочку или шлем, перчатки, полотенца и носовые платки одноразовые, средства защиты органов дыхания (в зависимости от загрязнения воздуха).

При работах III класса персонал должен быть обеспечен халатами, шапочками, перчатками, спецобувью и, при необходимости, средствами защиты органов дыхания.

Средства защиты органов дыхания (фильтрующие или изолирующие) необходимо применять при работах в условиях возможного аэрозольного загрязнения воздуха помещений радиоактивными веществами (работа с порошками, выпаривание радиоактивных растворов).

При работах, когда применение фильтрующих средств не обеспечивает радиационную безопасность, следует применять изолирующие защитные средства (пневмокостюмы, пневмошлемы, а в отдельных случаях - автономные изолирующие аппараты).

При переходе персонала из помещений высокого класса работ в помещения более низкого класса необходимо контролировать уровни радиоактивного загрязнения средств индивидуальной защиты, а при переходе из 2 в 3 зону необходимо снимать дополнительные средства индивидуальной защиты.

В помещениях для работ с радиоактивными веществами в открытом виде не допускается:

- пребывание сотрудников без необходимых средств индивидуальной защиты;

- прием пищи, курение, пользование косметическими принадлежностями;

- хранение пищевых продуктов, табачных изделий, домашней одежды, косметических принадлежностей и других предметов, не имеющих отношения к работе.

При выходе из помещений, где проводятся работы с радиоактивными веществами, следует проверить чистоту спецодежды и других средств индивидуальной защиты. При выявлении радиоактивного загрязнения свыше установленных допустимых (контрольных) уровней необходимо направить на дезактивацию загрязненные спецодежду и дополнительные средства индивидуальной защиты, а самому работнику - вымыться под душем.

Для приема пищи должно быть предусмотрено специальное помещение, оборудованное умывальником для мытья рук с подводкой горячей воды, изолированное от помещений, где ведутся работы с применением радиоактивных веществ в открытом виде.

9. Медицинское обеспечение радиационной безопасности персонала и населения, подвергающихся облучению, включает медицинские обследования (медосмотр), профилактику заболеваний, а в случае необходимости, лечение и реабилитацию лиц, у которых выявлены отклонения в состоянии здоровья. Все работающие с источниками ионизирующего излучения (персонал группы А) должны проходить

предварительные (при поступлении на работу) и периодические профилактические медицинские осмотры в соответствии со ст. 34 Федерального закона "О санитарно - эпидемиологическом благополучии населения" в порядке, определяемом Министерством здравоохранения РФ. Работники, отказывающиеся от прохождения профилактических медицинских осмотров, не допускаются к работе.

При выполнении определенных видов деятельности в области использования атомной энергии в соответствии со ст. 27 Федерального закона "Об использовании атомной энергии" требования к проведению медицинских осмотров и психофизиологических обследований, перечень медицинских противопоказаний и перечень должностей, на которые распространены данные противопоказания, определяются Правительством РФ. Лица, проживающие в населенных пунктах, для которых установлен статус зон радиоактивного загрязнения, проходят медицинское обследование в порядке, установленном законодательством. В случаях, когда персонал может подвергаться воздействию других вредных факторов (физических, химических, биологических и др.), меры медицинской защиты должны проводиться с учетом сочетанного воздействия всех вредных производственных факторов. После проведения периодического профилактического медицинского осмотра целесообразно выделение групп диспансерного учета в соответствии с комплексом воздействующих неблагоприятных факторов.

При выявлении в состоянии здоровья лиц из персонала отклонений, препятствующих продолжению работы с источниками излучения, вопрос о временном или постоянном переводе этих лиц на работу вне контакта с ионизирующим излучением решается в каждом конкретном случае индивидуально, с учетом санитарно - гигиенической характеристики условий труда, стойкости и тяжести выявленной патологии, а также социальных мотивов. При периодических медицинских осмотрах должны выявляться лица, требующие лечения, лица с высокой степенью риска возникновения радиационно зависимых заболеваний, в отношении которых должна осуществляться система мер профилактики. Лица с выявленными заболеваниями должны быть направлены на амбулаторное или стационарное лечение, а при необходимости и на реабилитацию. В медицинском учреждении, обслуживающем организацию, где проводятся работы с источниками излучения, на случай аварийного облучения должны быть: приборы радиационного контроля; средства дезактивации кожных покровов, ожогов и ран (при работах с радиоактивными веществами в открытом виде); средства ускорения выведения радионуклидов из организма; радиопротекторы.

Периодическое медицинское обследование лиц из персонала группы А после прекращения ими работы с источниками излучения проводится в том же медицинском учреждении, что и во время указанных работ, или в другом медицинском учреждении ведомства, в котором они работали с источниками излучения.

Медицинское обследование лиц из населения, подвергшихся за год облучению в эффективной дозе более 200 мЗв или с накопленной дозой более 500 мЗв от одного из основных источников облучения, или 1000 мЗв от всех источников облучения, организуется территориальным управлением здравоохранения.

В целях оценки влияния ионизирующего излучения на здоровье персонала и населения Министерством здравоохранения РФ ведется государственный радиационно - эпидемиологический регистр, порядок организации которого определяется Правительством РФ.

10. Радиационный контроль является частью производственного контроля и должен охватывать все основные виды воздействия ионизирующего излучения на человека.

**Целью** радиационного контроля является получение информации об индивидуальных и коллективных дозах облучения персонала, пациентов и населения, а также показателях, характеризующих радиационную обстановку.

**Объектами** радиационного контроля являются:

- персонал групп А и Б при воздействии на них ионизирующего излучения в производственных условиях;

- пациенты при выполнении медицинских рентгенорадиологических процедур;

- население при воздействии на него природных и техногенных источников излучения;

- среда обитания человека.

**Индивидуальный дозиметрический контроль** за облучением персонала группы А в зависимости от характера проводимых работ включает:

- контроль за характером, динамикой и уровнями поступления ра¬дионуклидов в организм с использованием методов прямой и/или косвенной радиометрии;

- контроль за эффективной дозой внешнего облучения персонала;

- контроль за эквивалентными дозами облучения хрусталиков глаз, кожи, кистей и стоп персонала с использованием индивидуальных дозиметров или расчетным способом.

По результатам индивидуального дозиметрического контроля должны быть получены значения эффективных доз персонала и определены, при необходимости, значения эквивалентных доз облучения в коже, хрусталике глаза, кистях и стопах.

**Контроль за радиационной обстановкой** в зависимости от характера проводимых работ включает:

- измерение мощности дозы рентгеновского, гамма- и нейтронного излучений, плотности потоков частиц ионизирующего излучения на рабочих местах, в смежных помещениях, на территории радиационного объекта в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения;

- измерение уровней загрязнения радиоактивными веществами рабочих поверхностей, оборудования, транспортных средств, средств индивидуальной защиты, кожных покровов и одежды персонала;

- определение объемной активности газов и аэрозолей в воздухе рабочих помещений, их нуклидного состава, дисперсности и типа при ингаляции;

- измерение или оценку активности выбросов и сбросов радиоактивных веществ;

- определение уровней радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

**6. Рекомендуемая литература:**

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время |
| 1  1.1  1.2  1.3 | Организационный момент.  Контроль посещаемости, дисциплина, успеваемость и т.д.  Объявление темы, цели занятия.  Краткая характеристика этапов и содержания работы студентов на занятии. |  | 5  5  5 |
| 2  2.1  2.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов  Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов  Тестовый входной контроль знаний | Объяснение  Письменная работа | 5  10 |
| 3  3.1  3.2 | Отработка практических умений и навыков  Разбор теоретического материала  Самостоятельная практическая работа студентов  Решение задач | Фронтальный опрос  Письменные упражнения | 65  65 |
| 4  4.1  4.2  4.3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задач  Домашнее задание | Объяснение  Проверка практической работы  Объяснение | 3  15  2 |

**8. Форма организации занятия** - практическое занятие.

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

- материально-технические - *мел, доска, приборы и оборудование.*

Практическое занятие №7.

**1. Тема: Актуальные проблемы радиобиологии.**

**2. Цель:** углубление, расширение, детализация полученных на лекциях и практических занятиях знаний.

**3. Задачи:**

Обучающая: закрепить и расширить знания основных особенностей действия ионизирующего излучения на организм человека.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения анализа, синтеза и обобщения разнообразных теоретических положений и фактов, навыки работы с литературой.

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. Предлагаемые темы УИРС (учебно-исследовательская работа студентов):**

1. Острая лучевая болезнь. Костномозговая форма.

2. Острая лучевая болезнь. Кишечная форма.

3. Острая лучевая болезнь. Токсемическая форма.

4. Острая лучевая болезнь. Церебральная форма.

5. Хроническая лучевая болезнь.

6. Лучевые ожоги.

7. Генетические эффекты от воздействия радиации на организм человека.

8. Стохастические соматические эффекты радиационного воздействия. Механизм канцерогенеза.

9. Действие малых доз радиации на организм. Концепция линейного беспорогового действия ионизирующих излучений.

10. Биологическое действие наиболее опасных для здоровья человека радионуклидов с органным типом распределения: 131I, 90Sr, 239Pu.

11. Биологическое действие наиболее опасных для здоровья человека радионуклидов с равномерным типом распределения: окись трития, 14С, 137Cs.

12. Последствия атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки.

13. Лучевые поражения первых исследователей ионизирующего излучения.

14. Оценка риска стохастических эффектов. Концепция приемлемого риска.

15. Особенности радиационных поражений при неравномерном облучении.

16. Неотложная помощь при инкорпорации радионуклидов в организм.

**5. Рекомендуемая литература:**

Монографии, статьи из печатных изданий (журналы «Медицинская радиобиология и радиационная безопасность», «Гигиена и санитария», «Медицина труда и промышленная экология», «Экология человека» и др.). Использование Интернет-ресурсов допускается, если они составляют не более 25-30% от общего объема информации с четким указанием на источник информации.

**6. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время |
| 1  1.1  1.2  1.3 | Организационный момент.  Контроль посещаемости, дисциплина, успеваемость и т.д.  Объявление темы, цели занятия.  Краткая характеристика этапов и содержания работы студентов на занятии. |  | 5  5  5 |
| 2 | Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов | Объяснение | 5 |
| 3  3.1 | Выступление студентов с докладами по предлагаемым темам  Обсуждение заслушанных докладов | Устный доклад  Дискуссия | 100  15 |
| 4  4.1  4.2  4.3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по дисциплине – итоговое тестирование  Домашнее задание | Объяснение  Программированный контроль  Объяснение | 3  40  2 |

**7. Форма организации занятия** - практическое занятие - конференция

**8. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

- материально-технические - *мел, доска,* *мультимедийный проектор.*