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

Кафедра общей и коммунальной гигиены

Дисциплина: Радиационная гигиена Специальность 060105.65

Медико-профилактическое дело

Курс 4 Семестр 8



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

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7**

на тему: «Санитарное обследование учреждений и предприятий, использующих источники ионизирующих излучений. Оценка риска для персонала и населения»

**Методическое пособие для преподавателей**

**к проведению практического занятия**

Автор: доц. к.м.н. Карпенко И.Л.

Утверждено на заседании кафедры общей и коммунальной гигиены

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

**Оренбург 2014 год**

Практическое занятие №7.

**1. Тема: Санитарное обследование учреждений и предприятий, использующих источники ионизирующих излучений. Оценка риска для персонала и населения.**

**2. Цель:** сформировать представление о методике санитарного обследования учреждений и предприятий, использующих радиоактивные вещества и источники ионизирующих излучений, методике расчета рисков для персонала и населения.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое представление о целях и задачах санитарного обследования учреждений и предприятий, использующих источники ионизирующих излучений.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения и навыки проведения санитарного обследования объектов, использующих источники ионизирующих излучений и расчета коэффициентов риска для персонала и населения.

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. Цель и задачи проведения обследования объектов, использующих источники ионизирующего излучения.

2. Схема обследования предприятий и учреждений, работающих с закрытыми источниками ионизирующего излучения.

3. Схема обследования предприятий и учреждений, работающих с открытыми источниками ионизирующего излучения.

4. Нормативные документы и другая документация, необходимые при проведении обследования радиационных объектов.

5. Концепция линейного беспорогового воздействия ионизирующих излучений. Проблемы эпидемиологических исследований по выявлению влияния малых доз радиации.

6. Понятие радиационного риска. Модели абсолютного и относительного риска. Концепция приемлемого риска.

7. Канцерогенный риск воздействия излучения в малых дозах. Расчет коэффициентов риска для персонала и населения.

**5. Основные понятия темы**

1. Цель обследования объектов, использующих источники ионизирующего излучения - оценка условий труда и радиационной безопасности на объекте, охрана населения и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Задачи обследования:

- оценить организацию и выполнение контроля радиационной защиты юридических лиц, занимающихся практической деятельностью с источниками ИИ, других юридических и физических лиц, деятельность которых может иметь значение для дополнительного облучения населения и окружающей среды;

- оценить, как юридические лица, занимающиеся практической деятельностью с источниками, исполняют требования законов и других нормативных актов, регламентирующих радиационную защиту;

- оценить результаты возможного влияния практической деятельности с источниками на население и окружающую среду, прогнозировать её последствия;

- оценить все возможные меры для избегания аварий, причина которых может быть источники ионизирующего излучения.

Проверки проводятся для оценки следующих типов облучения:

- профессиональное облучение

- медицинское облучение

- облучение населения

- аварийное облучение

2. ***Схема обследования предприятий и учреждений, работающих с рентгеновскими аппаратами и закрытыми источниками ионизирующих излучений:***

1. Название предприятия или учреждения, его ведомственная подчиненность. Корпус, отделение, цех. Адрес, номер телефона, дата обследования.

2. Наименование установок и источников, их активность. Типы рентгеновских аппаратов. Максимальное напряжение и сила тока на трубке. Характеристика аппарата (диагностический, терапевтический, дефектографический и т.п.).

3. Разрешение на право эксплуатации, кем выдано, дата выдачи. Лицо, ответственное за правильную работу кабинета, установки, источника.

4. Хранилище. Наличие акта приемки. Защита хранилища. Транспортировка контейнеров. Учет изотопов.

5. Расположение и планировка помещений: этаж, смежные помещения, их назначение, нет ли в их числе жилых помещений (выше и ниже этажом). Общее число комнат, их площадь. Наличие вентиляции, кратность воздухообмена; естественное и аварийное освещение.

6. Защита от излучения рабочих мест и смежных помещений. Наличие нестационарных защитных устройств, ограждений, средств индивидуальной защиты; их состояние, свинцовые эквиваленты. Наличие систем защитной блокировки.

7. Индивидуальный дозиметрический контроль. Название приборов, дата градуировки. При фотоконтроле - название пленки и метод ее обработки. Учет результатов измерений. Случаи переоблучения лиц, работающих с источниками ионизирующего излучения, и мероприятия по отношению к ним.

8. Проверка надежности стационарных и нестационарных защитных устройств (контроль защиты). Наличие дозиметров и их название. Регулярность проведения измерений. Учет результатов. Данные дозиметрических измерений при настоящем обследовании: в рабочих и смежных помещениях и вне участка (территории) объекта. Данные оформляются “Протоколом санитарно-дозиметрических измерений” (приложение).

9. Проведение предварительных и периодических медицинских осмотров и инструктажа по технике безопасности. Учет проведенных мероприятий. Отстранение от работы в случае лучевых поражений. Контроль за выполнением ранее предложенных мероприятий.

3. ***Схема обследования предприятий и учреждений, работающих с радиоактивными веществами в открытом виде:***

1. Название предприятия или учреждения и его ведомственная принадлежность. Корпус, отделение, цех. Адрес, номер телефона, дата обследования.

2. Краткая характеристика работы с радиоактивными веществами (РВ). Название веществ, в каком виде и с какими активностями ведется работа. Допустимый выброс в окружающую среду.

3. Общая активность веществ, поступивших и израсходованных в течение года. Их активность в день обследования.

4. Разрешение на право работы. Лица, ответственные за безопасность работ с РВ (фамилия, имя, отчество, должность).

5. Учет и хранение РВ. Хранилище изотопов, защита сейфов. Наличие акта приемки хранилища, дата приемки. Выдача и транспортировка РВ. Дезактивация возвратной тары поставщика. Лицо, ответственное за учет РВ.

6. Помещения и лаборатории, в которых производится работа с РВ. Расположение и планировка комнат, их площадь, характер покрытия стен, полов, потолков, рабочих поверхностей. Наличие естественного и аварийного освещения. Использование помещений для других работ. Наличие горячего водоснабжения. Обеспечение бытовыми помещениями (раздевальня, душ и др.). Вентиляция, наличие самостоятельной вентиляционной системы, кратность воздухообмена.

7. Наличие защитных экранов, дистанционного инструмента и т.п. Вытяжные шкафы, их устройство. Характер внутреннего покрытия. Наличие фильтрующих устройств. Обеспеченность спецодеждой и индивидуальными средствами защиты (перчатки, спецкостюмы, халаты и др.). Организация их стирки и дезактивации. Уборка помещений, наличие дезактивирующих средств.

8. Виды радиоактивных отходов, их обезвреживание и удаление. Наличие емкостей и контейнеров для выдерживания короткоживущих отходов, их достаточность. Промежуточные пункты сбора, хранения твердых и жидких отходов. Способы удаления жидких радиоактивных отходов (разбавление, очистка и др.). Оборудование мест для сменных контейнеров.

9. Радиационный контроль гамма-фона помещения и загрязненности рук, спецодежды и рабочих мест. Типы используемой аппаратуры. Индивидуальный дозиметрический контроль, типы дозиметров. Учет дозиметрических измерений с записями гамма-фона, загрязненности поверхностей и доз, получаемых лицами, работающими с источниками ионизирующего излучения.

10. Данные дозиметрических и радиометрических измерений при настоящем обследовании:

- мощность излучений на рабочих местах по всему технологическому циклу в смежных помещениях и вне территории объекта;

- загрязненность рук, спецодежды работающих, рабочих столов, вытяжных шкафов, раковин, туалетных комнат для больных, оборудования, инвентаря и др.;

- загрязненность одежды, постельного белья, рук и спецодежды больных;

- загрязненность воздуха производственных помещений активными аэрозолями;

- загрязненность сточных вод, а также воздуха, почвы, растительности и т.д. вокруг данного объекта (оформляются приложением “Протокол санитарно-дозиметрических измерений”).

11. Проведение предварительных и периодических медицинских осмотров и инструктажа по технике безопасности. Учет проведенных мероприятий. Отстранение от работы в случае лучевых поражений.

12. Выводы и предложения.

4. ***Нормативные документы*** необходимые при проведении обследования радиационных объектов.

- Нормы радиационной безопасности НРБ –99/2009 СанПиН 2.6.1.2523 – 09

- СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»

- МУ 2.6.1.3015 -12 «Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских организаций»

- МУ 2.6.1.2944-11 "Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований"

- СанПиН 2.6.1.2368-08 "Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников"

- СП 2.6.1.1310-03 "Гигиенические требования к устройству, оборудованию и эксплуатации радоновых лабораторий, отделений радонотерапии"

- СанПиН 2.6.1.2573-10 "Гигиенические требования к размещению и эксплуатации ускорителейэлектронов с энергией до 100 МэВ"

- МУ 2.6.1.1982-05 "Проведение радиационного контроля в рентгеновских кабинетах"

- МУ 2.6.1.1798-03 "Оценка, учет и контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении радионуклидных диагностических исследований"

- МУ 2.6.1.2712-10 "Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при внутритканевой лучевой терапии (брахитерапии) методом имплантации закрытых радионуклидных источников" и др.

***Список необходимой документации при обследовании помещений, работающих с источниками ионизирующих излучений***.

1.Санитарный паспорт.

2.Санитарно-эпидемиологическое заключение на право эксплуатации рентгеновского аппарата.

3.Приказ о назначении ответственного лица за радиационную безопасность и радиационный контроль.

4.Список лиц, отнесенных к категории облучения А.

5.Журнал о проведении инструктажа по технике радиационной безопасности.

6.Инструкция по технике безопасности.

7.Инструкция по эксплуатации радиационной техники.

8.Инструкция по радиационной безопасности.

9.Инструкция по ликвидации аварий.

10.Данные о прохождении периодических профессиональных осмотров.

11.Контрольно-технический журнал.

12.Протоколы дозиметрических исследований.

13.Журнал контроля средств защиты.

14.Журнал проведения рентгенологических исследований.

15.Журнал контроля за состоянием загрязненности свинцом поверхностей и воздушной среды.

16.Журнал регистрации индивидуальных доз облучения персонала.

17.Журнал регистрации индивидуальных доз внешнего облучения пациентов.

5. ***Концепция линейного беспорогового воздействия радиации*** - риск радиационно обусловленного канцерогенеза не имеет дозового порога и существует при воздействии любой дозы ионизирующего излучения. При этом вероятность канцерогенеза возрастает прямо пропорционально дозе облучения: при удвоении дозы риск удваивается, при увеличении в три раза – утраивается и т.д.

Основные проблемы эпидемиологических исследований:

- малый размер выборки;

- отсутствие адекватного контроля;

- недоучет посторонних воздействий, не связанных с излучением;

- неадекватная дозиметрия;

- влияние сопутствующих социальных и экономических факторов.

6. ***Модель абсолютного (аддитивного) риска***. Основывается на положении, что риск избыточных случаев рака не зависит от естественной частоты данного вида злокачественных опухолей. Под термином «избыточный» подразумевается рак обусловленный воздействием облучения. Абсолютный риск определяется как число избыточных случаев рака на человека на единицу дозы и единицу времени. По аддитивной модели абсолютный риск выражается как число избыточных случаев рака на 1 млн человек на 1 Зв (чел-Зв).

***Мультипликативная модель избыточного канцерогенного риска (относительного)*** выражается как доля, или сомножитель, величины риска спонтанного возрастно-специфического рака в данной конкретной популяции. Например, относительный риск, оцененный по этой модели величиной 1,5, означает, что следует ожидать (прогнозировать) 50% рост риска сверх спонтанной частоты рака.

Мультипликативная модель прогноза используется для всех солидных раков. Для лейкозов больше подходит аддитивная модель.

***Концепция приемлемого риска***. Учитывая, что постулируется сугубо научное положение о том, что любая доза облучения в принципе опасна (беспороговое действие), то общество и его социальные институты обязаны установить и принять величину так называемого приемлемого риска от дополнительного антропогенного радиационного воздействия на население и отдельных его членов.

Обоснование приемлемого уровня риска осуществляют путем взвешивания величины предотвращаемого с помощью мер вмешательства радиационного риска для здоровья населения и отдельных его членов с необходимыми для этого затратами общества (государства). Результаты соотношения ожидаемой пользы и наносимого вреда всегда должны быть больше единицы.

7. ***Канцерогенный риск*** воздействия излучения – это вероятность того, что в связи с этим воздействием у облученного индивида впоследствии появится индуцированное злокачественное новообразование любого типа.

Канцерогенный риск зависит от следующих факторов:

- дозы излучения;

- вида излучения;

- режима сообщения дозы;

- пола;

- возраста;

- периода наблюдения.

В соответствие с принятым методом прогноза канцерогенного риска – линейной беспороговой концепцией – вероятность R появления у этого человека ракового заболевания как эффекта его облучения в эквивалентной дозе Н равна:

R = k \* H, где k – коэффициент риска

Значения коэффициента риска приведены в НРБ-99/2009

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Облучаемая группа населения | Коэффициент риска злокачественных новообразований,  ×10-2 Зв-1 | Коэффициент риска наследственных эффектов,  ×10-2 Зв-1 | Сумма,  ×10-2 Зв-1 |
| Все население | 5,5 | 0,2 | 5,7 |
| Взрослые | 4,1 | 0,1 | 4,2 |

Усредненная величина коэффициента риска, используемая для установления пределов доз персонала и населения, принята равной 0,05 Зв-1.

В условиях нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения пределы доз облучения в течение года устанавливаются исходя из следующих значений индивидуального пожизненного риска:

- для персонала – 1,0×10-3;

- для населения – 5,0×10-5.

Уровень пренебрежимо малого риска составляет 10-6.

Расчеты индивидуальных, коллективных рисков для персонала и населения вычисляются согласно примерам расчетов приведенных в Руководстве к практическим занятиям по радиационной гигиене Архангельский В.И., 2. Кириллов В.Ф., Коренков И.П. и методике расчета в МУ 2.1.10.3014 - 12 "Оценка радиационного риска у населения за счет длительного равномерного техногенного облучения в малых дозах".

**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.ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ. Учебное пособие. – Оренбург, 2015. - 110 с. (электронная библиотека)

4. Лекционный материал.

**Самостоятельная работа студентов:**

* Решение ситуационных задач по расчетам коэффициентов риска.

**Задача-пример**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для персонала, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза персонала группы А численностью 500 человек, составляет 5,3 мЗв.

**Ответ.**

1) Коэффициент пожизненного риска для облучения персонала составляет re=0,056. Средний индивидуальный риск персонала составит (Руководство к практ занят. 2001 г. стр.162)

r=re \*E/1000=0,056\*5,3/1000=3\*10-4

2) Годовая эффективная доза персонала составит

SЕ = N\*Е/1000=500\*5,3/1000=2,65 чел.-Зв

3) Коллективный риск для персонала

R= SЕ\* re=2,65\*0,056=0,15 случаев / год

Средний индивидуальный риск для персонала не превышает установленную в НРБ-99/2009 величину - 1,0\*10-3. Коллективный риск составляет 0,15 случаев / год.

Решите следующие задачи, если:

Коэффициент пожизненного риска для облучения персонала составляет re=0,056.

Коэффициент пожизненного риска для облучения населения составляет re=0,073.

Коэффициент пожизненного риска для облучения персонала в аварийной ситуации составляет re=0,11

Коэффициент пожизненного риска для облучения населения в аварийной ситуации составляет re=0,15

**Задача №1**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для персонала, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза персонала группы А численностью 1500 человек, составляет 10,2 мЗв.

**Задача №2**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для населения численностью 1500 человек, проживающего на границе СЗЗ атомной электростанции, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза населения составляет 1,2 мЗв.

**Задача №3**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для населения численностью 400 человек, проживающего в зоне ограниченного проживания после аварии на радиационном объекте, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза населения составляет 23 мЗв.

**Задача №4.**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для персонала, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза персонала группы Б численностью 600 человек, составляет 2,3 мЗв.

**Задача №5.**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для персонала, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза персонала группы А численностью 350 человек, составляет 53 мЗв.

**Задача №6.**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для персонала, участвующего в ликвидации аварии на радиационном объекте, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза персонала 80 человек, составляет 220 мЗв.

**Задача №7.**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для населения численностью 130 человек, попавших в зону радиационного поражения в результате аварии на радиационном объекте, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза населения составила 370 мЗв.

**Задача №8.**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для персонала, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза персонала группы А численностью 100 человек, составляет 8,7 мЗв.

**Задача №9.**

Рассчитайте средний индивидуальный и коллективный риск возникновения стохастических эффектов для персонала, если средняя индивидуальная годовая эффективная доза персонала группы В численностью 550 человек, составляет 15,6 мЗв.