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

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-32 | способностью и готовностью к осуществлению санитарно-эпидемиологической экспертизы проектной документации и материалов по отводу земельных участков под строительство различных объектов |
| 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: Вопросы радиационной безопасности персонала и населения при аварийных ситуациях.**

**2. Цель:** сформировать понимание основных принципов обеспечения радиационной безопасности персонала и населения при аварийных ситуациях.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов понятие радиационной аварии и знаний вопросов обеспечения радиационной безопасности персонала и населения при ликвидации аварийных ситуаций.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения организовывать и проводить мероприятия по ликвидации аварийных ситуаций.

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 радиационной аварии, основные причины. Классификация аварий.

2. Ликвидация радиационных аварий.

- организационные вопросы по расследованию и ликвидации радиационных аварий;

- мероприятия по ликвидации аварий, понятие «вмешательство».

3. Характеристика этапов развития радиационной аварии.

4. Зонирование территорий на разных стадиях аварийных ситуаций.

5. Планируемое повышенное облучение персонала при ликвидации аварий (НРБ – 99/2009).

6. Требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии (НРБ – 99/2009).

7. Проблемы радиационной безопасности на атомных электростанциях.

**5. Основные понятия темы**

1. Под ***радиационной аварией*** понимается потеря управления источником ИИ, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями обслуживающего персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которые приводят к: незапланированному облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды, превышающим величины, регламентированные для контролируемых условий.

Различают локальные, местные и общие радиационные аварии.

При локальной аварии радиоактивные материалы или ИИ распространяются только внутри объекта, при местной — внутри санитарно-защитной зоны, при общей — выходят за пределы последней.

2. Обо всех случаях радиационной аварии администрация учреждения обязана немедленно известить вышестоящую организацию, территориальные органы федеральной службы по государственному санитарно-эпидемиологическому надзору, региональные органы Министерства внутренних дел, Гостехнадзора, МЧС, Министерства природных ресурсов и экологии России, министерства здравоохранения и социального развития.

Радиационные аварии ликвидируются силами и средствами самих учреждений, где они возникли, а администрация несет ответственность за их последствия.

Служебное расследование и ликвидацию последствий аварии проводят под контролем федеральной службы по государственному санитарно-эпидемиологическому надзору.

***Мероприятия по ликвидации аварий:***

- выявление причин, приведших к аварии;

- устранение неисправностей в оборудовании, системах блокировок и сигнализации;

- оценка уровней облучения и радиационного загрязнения окружающей среды;

- коллективные и индивидуальные меры защиты.

На различных этапах ликвидации последствий радиационной аварии проводят защитные мероприятия, направленные на ограничение облучения людей, для обозначения этих мероприятий принят термин вмешательство. ***«Вмешательство»*** - это комплекс защитных и ограничительных мер, направленных на предотвращение или снижение неблагоприятных последствий аварий применительно к окружающей среде и населению.

*Коллективные меры защиты* включают:

- ограничение пребывания населения на открытой местности (временное укрытие в домах и убежищах);

- максимально возможную герметизацию жилых и служебных помещений (плотное закрытие дверей, окон, дымоходов и вентиляционных отверстий) на время рассеивания РВ в воздухе и формирования радиоактивного загрязнения территории;

- эвакуацию населения (или временное переселение);

- регулирование и ограничение допуска в район загрязнения;

- санитарную обработку лиц в случае загрязнения их одежды и кожных покровов РВ выше установленных норм;

- исключение или ограничение употребления в пищу загрязненных продуктов питания и воды;

- установление временных ДУ содержания радионуклидов в продуктах питания и воде;

- радиационный контроль;

- рациональную переработку пищевого сырья продуктов местной заготовки;

- рациональную кулинарную обработку;

- перевод молочно-продуктивного скота на незагрязненные пастбища или незагрязненные корма;

- дезактивацию объектов и местности;

- снижение дозовых нагрузок при рентгенодиагностике и от воздействия радона, поступающего в помещения из окружающей среды.

*К индивидуальным мерам защиты* относятся:

- применение лекарственных препаратов, препятствующих накоплению радионуклидов в организме и в отдельных органах и тканях. Например, защита щитовидной железы путем заблаговременного (за несколько часов) приема внутрь препаратов стабильного йода;

- защита органов дыхания табельными (респираторы, противогазы) и подручными средствами (носовые платки, полотенца и т. д.);

- простейшая дезактивация продуктов питания, поверхностно загрязненных РВ (промывание, очистка, двойное отваривание и т. д.).

3. В развитии крупных радиационных аварий выделяют три этапа: ранний, промежуточный и восстановительный.

***Ранний этап*** характеризуется выбросом РВ в атмосферу, продолжающимся от получаса до нескольких суток. При этом люди могут подвергаться прямому внешнему у-облучению от образующегося при выбросе радиоактивного облака, а также внутреннему облучению вследствие поступления в организм (прежде всего ингаляционным путем) радионуклидов, содержащихся в воздухе.

На ***промежуточном этапе***, когда выброс радиоактивных материалов в атмосферу резко уменьшается или прекращается, облучение населения происходит главным образом за счет внешнего гамма- и жесткого в-излучения радионуклидов, выпавших на почву и растительность, а также внутреннего облучения вследствие инкорпорации РВ.

***Восстановительный этап***, во время которого происходит переход от аварийного состояния к обычному с постепенной отменой режимных ограничений. Основную опасность на этом этапе представляют долгоживущие радионуклиды, остающиеся во внешней среде.

4. ***Зонирование на ранней и промежуточной стадиях радиационной аварии.***

1. Зона радиационного контроля — от 1 мЗв до 5 мЗв В этой зоне помимо мониторинга радиоактивности объектов окружающей среды, сельскохозяйственной продукции и доз внешнего и внутреннего облучения критических групп населения осуществляются меры по снижению доз на основе принципа оптимизации и другие необходимые активные меры защиты населения.

2. Зона ограниченного проживания населения — от 5 мЗв до 20 мЗв. В этой зоне осуществляются те же меры мониторинга и защиты населения, что и в зоне радиационного контроля. Лицам, проживающим на указанной территории, разъясняется риск ущерба здоровью, обусловленный воздействием радиации.

3. Зона добровольного отселения - от 20 мЗв до 50 мЗв, где проводят радиационный мониторинг, а также необходимые мероприятия радиационной и медицинской защиты. Оказывается помощь в добровольном переселении за пределы зоны.

4. Зона отселения — более 50 мЗв, в которой вмешательство осуществляется в соответствии с НРБ-99/2009.

***Зонирование на восстановительной стадии радиационной аварии.***

1. Зона радиационного контроля — от 1 мЗв до 5 мЗв В этой зоне помимо мониторинга радиоактивности объектов окружающей среды, сельскохозяйственной продукции и доз внешнего и внутреннего облучения критических групп населения осуществляются меры по снижению доз на основе принципа оптимизации и другие необходимые активные меры защиты населения.

2. Зона ограниченного проживания населения — от 5 мЗв до 20 мЗв. В этой зоне осуществляются те же меры мониторинга и защиты населения, что и в зоне радиационного контроля. Добровольный въезд на указанную территорию для постоянного проживания не ограничивается. Лицам, въезжающим на указанную территорию для постоянного проживания, разъясняется риск ущерба здоровью, обусловленный воздействием радиации.

3. Зона отселения — от 20 мЗв до 50 мЗв. Въезд на указанную территорию для постоянного проживания не разрешен. В этой зоне запрещается постоянное проживание лиц репродуктивного возраста и детей. Здесь осуществляется радиационный мониторинг людей и объектов внешней среды, а также необходимые меры радиационной и медицинской защиты.

4. Зона отчуждения — более 50 мЗв. В этой зоне постоянное проживание не допускается, а хозяйственная деятельность и природопользование регулируются специальными актами. Осуществляются меры мониторинга и защиты работающих с обязательным индивидуальным дозиметрическим контролем.

5. ***Планируемое повышенное облучение*** персонала группы А выше установленных пределов доз (НРБ-99/2009) при предотвращении развития аварии или ликвидации ее последствий может быть разрешено только в случае необходимости спасения людей и (или) предотвращения их облучения. Планируемое повышенное облучение допускается для мужчин, как правило, старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии, после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья.

Планируемое повышенное облучение в эффективной дозе до 100 мЗв в год и эквивалентных дозах не более двукратных значений, приведенных в табл. 3.1, допускается организациями (структурными подразделениями) федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический надзор на уровне субъекта Российской Федерации, а облучение в эффективной дозе до 200 мЗв в год и четырехкратных значений эквивалентных доз по табл. 3.1 НРБ-99/2009 – допускается только федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Повышенное облучение не допускается:

- для работников, ранее уже облученных в течение года в результате аварии или запланированного повышенного облучения с эффективной дозой 200 мЗв или с эквивалентной дозой, превышающей в четыре раза соответствующие пределы доз;

- для лиц, имеющих медицинские противопоказания для работы с источниками излучения.

Лица, подвергшиеся облучению в эффективной дозе, превышающей 100 мЗв в течение года, при дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв за год.

Облучение эффективной дозой свыше 200 мЗв в течение года должно рассматриваться как потенциально опасное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны немедленно выводиться из зоны облучения и направляться на медицинское обследование. Последующая работа с источниками излучения этим лицам может быть разрешена только в индивидуальном порядке с учетом их согласия по решению компетентной медицинской комиссии.

Лица, не относящиеся к персоналу, привлекаемые для проведения аварийных и спасательных работ, должны быть оформлены и допущены к работам как персонал группы А.

6. Согласно НРБ-99/2009 Уровни вмешательства для временного отселения населения составляют: для начала временного отселения - 30 мЗв в месяц, для окончания временного отселения 10 мЗв в месяц. Если прогнозируется, что накопленная за один месяц доза будет находиться выше указанных уровней в течение года, следует решать вопрос об отселении населения на постоянное место жительства.

При проведении противорадиационных вмешательств пределы доз (табл. 3.1 НРБ-99/2009) не применяются. При планировании защитных мероприятий на случай радиационной аварии устанавливаются уровни вмешательства (дозы и мощности доз облучения, уровни радиоактивного загрязнения) применительно к конкретному радиационному объекту и условиям его размещения с учетом вероятных типов аварии, сценариев развития аварийной ситуации и складывающейся радиационной обстановки.

При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии. В зоне радиационной аварии проводится контроль радиационной обстановки и осуществляются мероприятия по снижению уровней облучения населения на основе изложенных в п.п. 6.1; 6.2; 6.4 НРБ-99/2009.

Принятие решений о мерах защиты населения в случае крупной радиационной аварии с радиоактивным загрязнением территории проводится на основании сравнения прогнозируемой дозы, предотвращаемой защитным мероприятием, и уровней загрязнения с уровнями А и Б, приведенными в табл. 6.3 - 6.5 НРБ-99/2009.

7. Воздействие на население при аварии на АЭС может происходить различными путями:

- внешнее облучение от радионуклидов облака и осевших на землю;

- внутреннее обучение при вдыхании радионуклидов, выпадающих из облака, а также вторично попавших в воздух с ранее загрязненных участков поверхности;

- внутреннее обучение при потреблении загрязненных продуктов и воды.

Происходит преимущественное облучение щитовидной железы, верхних дыхательных путей, легких, кожи, печени, ЖКТ, костного мозга.

Особое внимание отводится радиоактивным изотопам йода.

Проводимые мероприятия по радиационной безопасности должны быть направлены на уменьшение числа случаев развития острых нестохастических эффектов и риска возникновения стохастических эффектов в отдаленные периоды после аварии.

**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  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

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

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

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

Практическое занятие №2.

**1. Тема: Природные источники ионизирующего излучения. Техногенно измененный естественный радиационный фон.**

**2. Цель:** сформировать понятие естественного радиационного фона и факторов его формирующих, сформировать представление о техногенно измененном естественном радиационном фоне.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое представление о естественном и техногенно измененном естественном радиационном фоне.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения и навыки оценки природных источников 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. Природные источники ионизирующего излучения. Естественный радиационный фон.

2. Первичное и вторичное космическое излучение.

3. Природная радиоактивность, обусловленная земельными радионуклидами естественного происхождения.

4. Естественная радиоактивность воздуха.

5. Естественная радиоактивность природных вод.

6. Радиоактивность растительного и животного мира.

7. Внешнее и внутреннее облучение человека от ЕРФ.

8. Техногенно повышенный естественный радиационный фон.

**5. Основные понятия темы**

1. Природные источники ионизирующего излучения:

- внешние источники внеземного происхождения (космическое излучение);

- внешние источники земного происхождения – радионуклиды, присутствующие в земной коре;

- внутренние источники, т.е. радионуклиды естественного происхождения, содержащиеся в организме человека.

***Радиационный фон*** – ионизирующее излучение, обусловленное космической радиацией и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека.

2. ***Первичное космическое излучение*** – это поток высокоэнергетических частиц, поступающих в земную атмосферу из межзвездного пространства. Оно на 90 % состоит из протонов, около 10 % - α-частицы, менее 1 % - нейтроны, электроны, γ-кванты и ядра легких элементов (лития, бериллия, азота, кислорода и др.).

***Вторичное космическое излучение*** – возникает в атмосфере Земли в результате взаимодействия частиц первичного космического излучения с ядрами нуклидов, входящих в состав воздуха.

3. Земельные (терригенные) радионуклиды появились на Земле в момент ее образования и представлены двумя группами: радиоактивными семействами урана-радия и тория, а также калием-40, рубидием-87 и др. периоды их полураспада очень велики (миллиарды лет), и поэтому естественный фон, обусловленный терригенными радионуклидами, как правило, весьма постоянен.

Радиоактивность почв зависит прежде всего от активности материнских горных пород, а также интенсивности процессов обмена радионуклидов между почвами и грунтовыми водами.

Основной вклад в радиоактивность горных пород, почв и грунтов вносят калий-40 и радионуклиды урана-радия и тория.

4. Естественная радиоактивность воздуха обусловлена наличием радионуклидов, возникающих в атмосфере в результате воздействия космического излучения, радиоактивных газов, поступающих из верхних слоев земной коры, и их дочерних продуктов, радионуклидов, в результате жизнедеятельности человека и др.

Наиболее важными радиоактивными изотопами, образующимися под действием космических лучей являются углерод (14С) и тритий (3Н).

Также естественная радиоактивность воздуха обусловлена эманированием из почв газообразных продуктов радиоактивных семейств урана-радия и тория – радона, торона, актинона и дочерними продуктами их распада, находящимися главным образом в аэрозольной форме.

5. Общая естественная объемная радиоактивность пресных вод определяется разнонаправленными процессами выщелачивания и сорбции радионуклидов в горных породах и почвах, через которые протекают подземные воды, а также вымыванием радионуклидов из атмосферы метеорными водами. Радиоактивность подземных вод в основном обусловлена присутствием 40К, 226Ra, 222Rn.

Радиоактивность воды пресных поверхностных водоемов как правило значительно ниже.

Радиоактивность морских вод обусловлена в основном калием-40, концентрация которого зависит от степени ее солености. Основное количество естественного трития находится в морской воде, также в ней содержатся в меньших количествах изотопы урана, радия, рубидия.

6. Радиоактивность растительного и животного мира обусловлена практически всеми теми радиоактивными изотопами, которые встречаются в природе, их можно условно разделить на две группы.

К первой группе относятся радиоактивные изотопы, находящиеся в смеси со стабильными элементами и активно участвующими в обмене веществ и обеспечивающими функционирование всех органов и систем живой материи (например 40К, 14С, 3Н). В связи с этим содержание изотопов этой группы в организмах зависит от степени накопления стабильных элементов. Основное место по величине создаваемой активности занимает изотоп калия 40К. количество калия в растительных организмах по сравнению с его содержанием в земной коре меньше в 3-10 раз, еще меньше калия (в 10-15 раз) в организме животных.

Вторая группа – это такие радиоактивные изотопы как 238U, 226Ra, 232Th, 210Pb, 210Po. Значимость этих элементов в обменных процессах в настоящее время недостаточно изучена. Содержание этих элементов в растительных и животных организмах зависит от их концентрации в окружающей среде.

7. Внешнее и внутреннее облучение человека от ЕРФ

Вклад разных составляющих во внешнее и внутреннее облучение населения неодинаков.

***Внешнее облучение*** населения за счет ЕРФ обусловлено рядом факторов. Одним из них является космическое излучение, вклад которого в индивидуальную годовую ЭД на уровне моря равен 282 мкЗв (28,2 мбэр), что составляет 12,8 % от естественного фона. В пределах до 10 000 м над уровнем моря мощность дозы космического излучения через каждые 1500 м высоты удваивается. На высотах от до 20 км она изменяется в диапазоне от 1,8 до 8 сЗв (бэр)/год. На высоте 10—12 км, соответствующих трассам трансконтинентальных авиалайнеров, мощность дозы равна 0,002—0,004 Зв/ч. Радиационный фон, создаваемый космически лучами, дает примерно 40 % внешнего облучения, получаемого населением от природных источников радиации.

Эффективная доза внешнего излучения, обусловленная всеми природными радионуклидами, колеблется от 3,2 до 8,1 мЗв/год (31,5—81 мбэр/год), состав, в среднем 41 мбэр/год. Из природных радионуклидов наибольший вклад в формирование дозы вне него облучения (наряду с радием и торием) вносит калий-40. Содержание его в земной коре превышает содержание урана и тория вместе с продуктами их распада в сотни раз, а радия-226 — в миллионы раз. При этом доля радиоактивного изотопа (калия-40) в естественной смеси изотопов калия составляет 0,019 %. Находясь повсюду в окружающей среде (в почве, растениях и пр.), кал обусловливает значительное внешнее облучение (150 мкЗв/год), или около 7% всего ЕРФ.

Вклад радионуклидов уранового и ториевого рядов во внешнее облучение человека также весьма существенный: 310 мкЗв (31 мбэр)/год. Вместе с калием и рубидием-87 на них приходится примерно 1/5 всей дозы естественного облучения человека. Вклад во внешнее излучение космогенных радионуклидов крайне незначителен.

***Внутреннее облучение*** также определяется рядом факторов, из которых важнейшими является калий-40 и радиоактивный газ радон. Вклад космогенных нуклидов, как уже отмечалось, невелик и составляет примерно 15 мкЗв или менее 1 % ЕРФ.

Определение доз внутреннего облучения за счет природных радионуклиде поступающих в организм из внешней среды, требует учета многих факторов. Попавшие внутрь организма человека по пищевым цепочкам с продуктами питания и питьевой водой, а также с вдыхаемым воздухом радионуклиды, как и стабильные изотопы, вступают в обменные процессы, могут избирательно накапливаться в критических органах (например, радий — в костях) либо более-менее равномерно распределяться по всему организму (как углерод, калий). Имеют значение скорость и пути выведения радионуклида, виды и энергетические характеристики излучения, образующегося при его распаде, длительность периодов полураспада и ряд других.

Заметный вклад в дозу внутреннего облучения вносит калий-40, который является биогенным элементом, содержится во всех животных и растительных продуктах и поступает в организм человека главным образом с пищей. Средняя массовая концентрация калия в организме мужчины составляет 2 г на 1 кг массы тела (в среднем 136±28 г). Попадая внутрь организма, калий-40 вызывает внутреннее облучение, достигающее 180 мкЗв (18 мбэр), или 8 % всей годовой ЭД. Определенное значение в формировании доз внутреннего облучения имеют рубидий-87, свинец-210, полоний-210, полоний-214, а из космогенных радионуклидов — углерод-14.

Ведущую роль в формировании дозы внутреннего облучения от естественных источников радиации играет невидимый, не имеющий вкуса и запаха тяжелый (в 7,5 раза тяжелее воздуха) инертный газ радон и, главным образом, дочерние продукты его распада (ДПР).

В природе радон встречается в двух основных формах: в виде радона-222, образующегося при а-распаде радия-226 (Т2/1= 1608 лет), входящего в радиоактивное семейство урана-радия, и в виде радона-220 (торона), члена радиоактивного ряда тория-232. Полагают, что вклад в суммарную дозу облучения радона-222 примерно в 20 раз больше, чем радона-220 (торона).

Однако основной вклад в дозу облучения вносит не инертный газ радон (на него приходится не более 2 % суммарной дозы), а его дочерние короткоживущие продукты распада: полоний-218, свинец-214 и висмут-214 с периодом полураспада 3,1; 26,8 и 19,7 мин соответственно. Обычно все эти радионуклиды рассматриваются в едином комплексе, который условно называют просто радоном. Радий в незначительных количествах содержится во всех типах почв, грунтах, минералах и, следовательно, строительных материалах. Относительно большой период полураспада радона (3,82 сут) и высокая способность к диффузии позволяют ему распространяться по порам и трещинам в почве, через щели в фундаменте зданий поступать из подвалов в помещения и при отсутствии вентиляции накапливаться там в значительных концентрациях. Доказано, что просачивающийся сквозь неплотности в перекрытиях радон представляет собой главный источник радиоактивного облучения населения в закрытых помещениях. В воздух помещений радон поступает также из строительных конструкций.

По оценкам МКРЗ, облучение за счет радона и дочерних продуктов его распада обуславливает 10-20 % общего количества заболеваний раком легкого у населения Земли.

8. Техногенно повышенный естественный радиационный фон (ТПЕРФ) является неизбежным следствием научно-технического прогресса.

Технологически измененный естественный радиационный фон представляет собой ионизирующее излучение от природных источников, претерпевших определенные изменения в результате деятельности человека, например, излучение от естественных радионуклидов, поступающих в биосферу вместе с извлеченными на поверхность Земли из ее недр полезными ископаемыми (главным образом, минеральными удобрениями), в результате поступления в окружающую среду продуктов сгорания органического топлива, излучения в помещениях, построенных их материалов, содержащих естественные радионуклиды. Сюда же относят дополнительное облучение за счет полетов на современных самолетах, а также облучение в быту в результате использования товаров, содержащих естественные радионуклиды, например, часов.

**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  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

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

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

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

Практическое занятие №3.

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

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

**3. Задачи:**

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

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

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

**4. Вопросы для рассмотрения:**

1. Источники поступления радиоактивных загрязнений в окружающую среду.

2. Испытания ядерного оружия как источник загрязнения биосферы.

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

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

5. Поведение радиоактивных загрязнителей в атмосферном воздухе.

6. Поведение и миграция радионуклидов в почве.

7. Поведение и пути миграции радионуклидов в открытых водоемах.

8. Поведение радионуклидов в подземных водах.

**5. Основные понятия темы**

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

• испытания ядерного оружия;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

• коагуляция с частицами местной, нейтральной, нерадиоактивной пыли;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**6. Рекомендуемая литература:**

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

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

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

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Этапы и содержание занятия  | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

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

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

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

Практическое занятие №4.

**1. Тема: Методы исследования в радиационной гигиене. Радиометрия. Спектрометрия. Дозиметрия.**

**2. Цель:** сформировать представление о методах исследования применяемых в радиационной гигиене.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое представление о методах регистрации ИИ, радиометрических, спектрометрических и дозиметрических методах исследования.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения и навыки отбора проб для радиометрических исследований, проведения спектрометрических и дозиметрических исследований и оценки полученных результатов.

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. Методы регистрации ионизирующего излучения (сущность ионизационного, сцинтилляционного, люминесцентного, термолюминесцентного, фотографического, химического методов).

2. Радиометрия. Методы радиометрического контроля. Этапы радиометрического анализа.

3. Методы отбора проб аэрозолей. Характеристика фильтрующихся материалов.

4. Контроль эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона. Приборы для измерений.

5. Методы гигиенической оценки радиоактивности воды. Этапы санитарно-гигиенической экспертизы при оценке радиоактивности воды.

6. Методы изучения радиоактивности пищевых продуктов. Техника отбора проб и приготовления препаратов различных пищевых продуктов для радиометрических исследований.

7. Гигиеническая оценка уровней загрязнения поверхностей радиоактивными веществами. Прямой метод измерения уровней радиоактивности поверхностей и метод мазков.

8. Задачи и этапы спектрометрических методов, применяемых в гигиене.

9. Ведомственный и государственный санитарный контроль за содержанием естественных радионуклидов в строительных материалах.

10. Дозиметрия. Дозиметрические величины. Приборы дозиметрического контроля.

**5. Основные понятия темы**

1. Сущность ***ионизационного*** метода заключается в том, что под воздействием ионизирующих излучений в изолированном объеме происходит ионизация воздуха или газа (из электрически нейтральных атомов образуются положительно и отрицательно заряженные ионы), в результате чего электропроводность среды увеличивается.

Сущность ***сцинтилляционного*** метода измерения состоит в том, что некоторые органические и неорганические вещества (сернистый цинк, стильбен, нафталин, кристаллический антрацен и др.) светятся при воздействии на них ионизирующих излучений. Фотоны световой энергии улавливаются фотоэлектронным умножителем (ФЭУ).

***Люминесцентный*** метод основан на накапливании части энергии поглощенного излучения люминофором и отдаче его в виде светового свечения после дополнительного воздействия ультрафиолетовым излучением или видимым светом (радиофотолюминесценция) или тепловым нагревом его (термолюминисценция).

***Фотографический*** метод основан на свойстве ионизирующих излучений воздействовать на чувствительный слой фотоматериалов аналогично видимому свету.

***Химический*** метод основан на измерении числа молекул или ионов (радиационно-химический выход), образующихся или претерпевающих изменение при поглощении веществом (раствором) излучения.

2. ***Радиометрия*** – методы измерения активности (числа распадов в единицу времени) радионуклидов.

Методы радиометрического контроля включают определение содержания:

- радиоактивных веществ в различных объектах окружающей среды для дальнейшего расчета доз облучения человека;

- уровней загрязнения рабочих поверхностей, спецодежды и обуви при попадании на них радионуклидов;

- радиоактивных изотопов на коже человека, а также в его выделениях.

Этапы радиометрического анализа:

- взятие проб и доставка их в лабораторию;

- приготовление препаратов из взятых проб;

- измерение активности препаратов.

3. Методы отбора проб аэрозолей:

- седиментационный;

- аспирационный.

Характеристика фильтрующихся материалов. В качестве материалов, используемых для накопления радиоактивных аэрозолей, применяют следующие типы фильтров:

- волокнистые фильтры;

- мембранные фильтры;

- импакторы;

- электрофильтры.

4. Контроль эквивалентной равновесной объемной активности изотопов радона.

Существуют следующие методы измерения содержания радона в воздухе:

- измерение мгновенных значений эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА);

- измерение интегральной эквивалентной объемной активности.

Мгновенную эквивалентную объемную активность измеряют радонометрами или отбором проб воздуха с последующим пересчётом активности на радонометрических установках. Применяют следующие методы определения продуктов распада радона:

- двукратное измерение;

- троекратное измерение фильтра (метод 3 точек);

- «полный обсчет»;

- определение «скрытой энергии»;

- с помощью радонометров.

Интегральную объемную активность измеряют с использованием 3 типов интегральных детекторов (электректных, угольных, трековых). Интегральную объемную активность с использованием угольных детекторов измеряют по следующей схеме:

- экспонирование угольных детекторов в течение 2 суток в контролируемом помещении;

- измерение скорости счета угольного детектора на гамма-спектрометре;

- регистрация показаний гамма-спектрометра от образцового эталона и расчет эффективности регистрации.

Среднегодовое значение ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений проектируемых и сдаваемых в эксплуатацию зданий жилищного и общественного назначения, не должно превышать 100 Бк/м3, в эксплуатируемых зданиях не более 200 Бк/м3.

5. Методы гигиенической оценки радиоактивности воды.

Этапы санитарно-гигиенической экспертизы при оценке радиоактивности воды:

- санитарно-топографическое обследование водоисточника;

- дозиметрические измерения на месте;

- отбор проб воды, планктона, бентоса и донных отложений;

- радиометрические, радиохимические и спектрометрические исследования отобранных проб в лаборатории;

- анализ полученных результатов.

При радиометрическом исследовании питьевой воды неотъемлемым этапом является ее концентрирование с помощью выпариваниея.

Предварительная оценка качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности может быть дана по удельной суммарной альфа- (Аa) и бета-активности (Аb). При значениях Аa и Аb ниже 0,2 и 1,0 Бк/кг, соответственно, дальнейшие исследования воды не являются обязательными. В случае превышения указанных уровней проводится анализ содержания радионуклидов в воде.

6. Методы изучения радиоактивности пищевых продуктов.

С продуктами питания главным источником поступления в организм человека является цезий-137 и стронций-90. Исследование радиоактивности пищевых продуктов проводится в случаях:

- с целью контроля за уровнем облучения всего населения;

- при подозрении на загрязнение радионуклидами продуктов питания.

Техника отбора проб и приготовления препаратов различных пищевых продуктов для радиометрических исследований. Перед отбором проб из партии пищевых продуктов целесообразно выполнить дозиметрический контроль по мощности дозы гамма-излучения с помощью поискового радиометра. В перечень продуктов, подлежащих обязательному контролю, включены молоко, хлеб, мясо, рыба и картофель.

7. Гигиеническая оценка уровней загрязнения поверхностей радиоактивными веществами.

Под радиоактивным загрязнением поверхности понимают наличие распределенных радиоактивных веществ на открытых поверхностях оборудования рабочих помещений, транспортных средств, кожи, спецодежды и средств индивидуальной защиты в количествах, превышающих их естественное содержание. Различают ***снимаемое*** (нефиксированное) и ***неснимаемое*** (фиксированное) загрязнение поверхности.

Измерение уровней загрязненности различных поверхностей открытыми источниками излучений осуществляется прямым методом (радиометрическими, дозиметрическими приборами) измерения уровней радиоактивности поверхностей и методом мазков. Мазки можно брать сухими и влажными материалами.

8. Спектрометрические методы исследования используют для изучения:

- структуры атомных ядер и ядерных взаимодействий;

- качественного и количественного анализа вещества;

- распределения частиц по энергии.

Использующиеся приборы – спектрометрические анализаторы.

Этапы спектрометрических методов, применяемых в гигиене:

- отбор проб;

- подготовка спектрометра к измерениям;

- проведение контрольных измерений;

- измерение фоновых характеристик;

- расчет активности измеряемой пробы.

9. Ведомственный и государственный санитарный контроль за содержанием естественных радионуклидов в строительных материалах.

Ведомственный контроль:

- рекогносцировочный – анализ всех видов строительного сырья и материалов;

- текущий;

- разовый (в том числе аварийный).

Государственный контроль выборочно проводит радиологический отдел ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии».

Контролю подлежат:

- эффективная удельная активность строительных материалов;

- мощность дозы внешнего гамма-излучения;

- среднегодовая ЭРОА радона;

- радиоактивные отходы.

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):

Аэфф = АRa +1,3АTh +0,09АK ≤ 370 Бк/кг,

где АRa и АTh - удельные активности 226Rа и 232Тh, находящихся в радиоактивном равновесии с остальными членами уранового и ториевого рядов, АK - удельная активность К-40 (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):

Аэфф ≤ 740 Бк/кг;

- для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс):

Аэфф ≤ 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.

10. ***Дозиметрия*** – измерения, исследования и расчеты характеристик ИИ от которых зависят радиационные эффекты у облучаемых лиц или объектов.

Приборы дозиметрического контроля:

- ионизационные (счетчик Гейгера);

- сцинтиляционные;

- люминесцентные;

- фотонные;

- химические;

- калориметрические.

К основным дозиметрическим величинам относятся:

- доза излучения (поглощенная доза);

- эквивалентная доза;

- эффективная доза;

- доза эквивалентная или эффективная ожидаемая;

- доза эффективная коллективная;

- мощность дозы.

**6. Рекомендуемая литература:**

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

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

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

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

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

**7. Хронокарта занятия**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Этапы и содержание занятия  | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

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

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

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

Практическое занятие №5.

**1. Тема: Дезактивация** **различных объектов окружающей среды.**

**2. Цель:** сформировать знания методов и способов дезактивации объектов окружающей среды.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое представление о дезактивации, характеристике радиоактивных загрязнений и методах дезактивации.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения применять различные методы и способы дезактивации, а также навыки оценки эффективности проводимых мероприятий по дезактивации различных объектов окружающей среды.

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

**4. Вопросы для рассмотрения:**

1. Понятие о дезактивации. Характеристика радиоактивных загрязнений. Методы дезактивации.

2. Особенности загрязнения производственных помещений, оборудования, средств индивидуальной защиты при работе с открытыми ИИИ. Классификация способов их дезактивации.

3. Дезактивация помещений. Группы дезактивирующих растворов.

4. Дезактивация кожных покровов.

5. Методы очистки и дезактивации воздуха. Фильтрующие материалы.

6. Дезактивация воды и промышленных сбросов.

7. Способы дезактивации различных видов пищевых продуктов (молока, овощей, фруктов, сыпучих продуктов).

**5. Основные понятия темы**

1. ***Дезактивация*** – удаление радиоактивных загрязнений с поверхностей различных объектов.

***Очистка от радиоактивных загрязнений*** – обезвреживание от открытых источников ионизирующих излучений твердых, жидких и газообразных сред.

***Радиоактивная загрязняемость*** – способность поверхности удерживать радиоактивные вещества, с которыми она соприкасается.

***Восприимчивость к загрязнению*** – отношение активности на поверхности после обработки ее водой к полной активности наносимой пробы.

***Дезактивируемость поверхности*** – способность материалов очищаться от радиоактивных загрязнений.

***Остаточная радиоактивность*** – радиоактивность на материале после дезактивации.

***Коэффициент дезактивации*** – отношение начального загрязнения поверхностей объектов (до дезактивации) к конечному загрязнению после дезактивации.

***Методы дезактивации***: механические, физические, химические и биологические.

2. Различные условия образования и использования радиоактивных веществ могут привести к локальным или массовым загрязнениям. Обычно ***локальные*** загрязнения не распространяются за пределы предприятия (лаборатории), где ведутся работы с открытыми источниками ИИ и могут быть вызваны небрежным обращением с радионуклидами или проникновением их в рабочее помещение через негерметичные участки оборудования. Локальные загрязнения касаются преимущественно персонала.

***Массовыми с***ледует считать загрязнения, которые опасны для населения, требуют частичной или полной его эвакуации, а проведение дезактивации осуществляется и вне зоны нахождения источника загрязнений.

***Способы дезактивации:***

- жидкостные (струей воды, дезактивирующими растворами, стиркой и экстракцией, использованием сорбентов, пеной);

- безжидкостные (электрическим полем, струей газа или воздуха, пылеотсасыванием, снятием загрязненного слоя, изоляцией загрязненной поверхности);

- комбинированные (фильтрацией, протиранием щетками или ветошью, паром, при помощи затвердевающих пленок).

3. В случае загрязнения всего помещения или отдельных участков его необходимо немедленно приступить к дезактивации. Если загрязнение представляет собой сухое вещество, то следует собрать его слегка увлажненной тряпкой, не размазывая по чистым участкам. Если загрязнение представляет собой раствор, то собирать его нужно при помощи сухих, легко впитывающих тряпок или фильтровальной бумаги. Большое количество пролитых радиоактивных жидкостей следует собирать при помощи переносных вакуумных насосов или засыпать сухими опилками с последующим удалением их.

Выделяют ***три группы дезактивирующих растворов***:

-первая группа – препараты типа СФ, в их состав входят два основных компонента ПАВ и комплексообразователь;

- вторая группа – в ее состав входят окислители, кислоты и щелочи, применяют для дезактивации замасленных, сильно загрязненных и подвергшихся коррозии поверхностей, а также при глубинном загрязнении;

- третья группа – суспензии, основным компонентом которых является сорбент, в состав которого входит сульфитно-спиртовая барда, бентонитовые глины и цеолит, их применяют для дезактивации внутренних и внешних поверхностей различных объектов, в том числе и вертикально расположенных.

4. Дезактивация кожных покровов. В большинстве случаев для дезактивации кожных покровов достаточно промыть их водой с применением мыла и щетки. При высоких уровнях загрязнения применяют различные составы – адсорбенты, комплексообразователи и растворители.

5. Методы очистки и дезактивации воздуха. Очистка воздуха проводится на объектах, которые могут загрязнять атмосферный воздух радиоактивными газами и аэрозолями.

По степени эффективности очистки от радиоактивных загрязнений (в убывающем порядке) фильтрующие материалы можно расположить в следующей последовательности в следующей последовательности: из стекловолокна, тканевые, нетканые волокнистые, из металлических волокон, из синтетических и естественных материалов.

Для фильтрации высокодисперсных аэрозолей широкое распространение получили фильтры Петрянова.

Помимо фильтров в производственных условиях применяют и другие способы очистки воздуха: циклоны специальной конструкции, магнитные ловушки.

6. Дезактивация воды.

Выделяют способы очистки воды *от радиоактивных частиц*:

- самопроизвольное оседание;

- вынужденное оседание;

- фильтрация.

Способы очистки воды *от растворенных радионуклидов*:

- выпаривание;

- мембранная технология;

- ионообменная адсорбция.

В водоемах радионуклиды могут находится в различных агрегатных состояниях:

- в виде растворов;

- суспензии, образующей осадок;

- перешедших в биомассу, в том числе и в слой ила.

Для очистки водоемов используют сорбенты-цеолиты и силикагель. В качестве профилактических мероприятий возводят дамбы и другие гидротехнические сооружения.

К промышленным сбросам относятся загрязненные воды контуров ядерных энергетических установок, а также воды, образующиеся в результате аварийных сбросов и трапные воды (отработанные дезактивирующие растворы, воды очистительных фильтров, санпропускников и др.). К методам очистки сточных вод относят: седиментацию, фильтрацию и ионообменную адсорбцию.

7. Способы дезактивации продовольствия следует рассматривать в зависимости от его состояния – твердого, сыпучего или жидкого, а также с учетом особенностей самого продукта.

Дезактивация путем снятия верхнего загрязненного слоя характерна для таких продуктов, как рыба, мясо, хлеб, сливочное масло, овощи и фрукты. В отдельных случаях продукты оставляют на длительное хранение для самодезактивации. Для дезактивации используют также промывку и сушку.

Дезактивация молока. На практике используются следующие способы дезактивации: технологический, ионообменный, с помощью сорбентов.

Технологический способ заключается в переработке загрязненного молока на сливки, сметану, масло, творог, сыр, сухое, сгущенное молоко, при этом получается продукт с более низким содержанием радионуклидов.

Ионообменная адсорбция осуществляется с использованием катионита КУ-2-8 чс в смешанной форме. После катионита обработка молока осуществляется анионитом АВ-17-8 чс в гидрокислой форме или хлороформе. В анионите идет удаление йода-131.

В качестве сорбента используют модифицированный силикагель, обладающий избирательной адсорбцией по отношению к цезию и, частично, к стронцию.

**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  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

**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: Охрана окружающей среды от радиоактивных загрязнений.**

**2. Цель:** сформировать представление об основных мероприятиях по охране окружающей среды от радиоактивных загрязнений.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое представление о требованиях к размещению и эксплуатации радиационных объектов, принципах ведения радиационно-экологического мониторинга, методах обезвреживания радиоактивных отходов.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения и навыки контроля за деятельностью радиационно опасных объектов, оценки обезвреживания, сбора и хранения радиоактивных отходов.

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 группы мероприятий по обеспечению охраны окружающей среды от радиоактивных загрязнений.

2. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор в области радиационной гигиены.

3. Размещение радиационно опасных объектов, организация СЗЗ и зон наблюдения.

4. Контроль деятельности радиационно опасных объектов.

5. Принципы радиационного контроля за состоянием окружающей среды.

6. Общие требования к радиометрическим исследованиям объектов окружающей среды.

7. Радиационно-экологический мониторинг.

8. Удаление радиоактивных отходов. Сбор, временное хранение, перевозка и дезактивация радиоактивных отходов.

9. Гигиенические требования к размещению, планировке и оборудованию пунктов захоронения радиоактивных отходов.

**5. Основные понятия темы**

1. Охрана окружающей среды от радиоактивных загрязнений обеспечивается следующими мерами:

• использованием совершенной технологии производства, которая сводит к минимуму количество образующихся радиоактивных отходов и предупреждает их утечку (герметизация процессов, связанных с образованием радиоактивных газов и аэрозолей, применение оборотного цикла водоснабжения и т.д.);

• методами обезвреживания, централизованного сбора и хранения радиоактивных отходов;

• организацией санитарно-защитных зон и планировочными мероприятиями;

• государственный санитарно-эпидемиологический надзор за радиационно опасными объектами.

2. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор в области радиационной гигиены включает:

- радиационно-гигиенический мониторинг окружающей среды на поднадзорной территории;

- контроль деятельности радиационно опасных объектов;

- радиационно-гигиеническую экспертизу и паспортизацию предприятий.

3. Вокруг радиационных объектов устанавливаются особые территории - санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН).

Санитарно-защитная зона — территория вокруг предприятия, на которой запрещается размещение жилых зданий, детских учреждений, а также промышленных и подсобных сооружений, не относящихся к предприятию, для которого установлена эта зона. 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).

Зона наблюдения - территория, граничащая с СЗЗ, на которой уровень облучения проживающего населения за счет радиоактивных выбросов и сбросов предприятия (учреждения) может достигать установленного предела, что диктует необходимость проведения в ней контроля радиационной обстановки.

В соответствии с требованиями ОСПОРБ СЗЗ устанавливается вокруг радиационных объектов I, II, III категорий. В отдельных случаях по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, СЗЗ радиационных объектов I и II категории может быть ограничена пределами территории (промышленной площадки) объекта, для объекта III категории СЗЗ всегда ограничивается периметром территории, занимаемой объектом.

Промышленная площадка (далее промплощадка) радиационного объекта является структурным элементом СЗЗ. Территория промплощадки может быть общей или устанавливается отдельно для каждого производства, входящего в состав радиационного объекта.

Критерием для определения размеров СЗЗ является не превышение на ее внешней границе годовой эффективной дозы облучения населения 1 мЗв или квоты предела годовой эффективной дозы облучения населения.

4. Санитарно-эпидемиологический надзор на радиационных действующих объектах включает:

- учет и паспортизацию радиологических объектов;

- контроль за соблюдением гигиенических норм, санитарных правил и требований по обеспечению РБ в процессе выполнения работ;

- контроль за планированием и проведением мероприятий по оздоровлению условий труда персонала и охране окружающей среды от радиоактивного загрязнения;

- учет и анализ доз профессионального облучения, оценка эффективности радиационной безопасности, достигнутой на объекте;

- гигиенический анализ состояния здоровья персонала и населения;

- проверку организации и состояния медицинского обслуживания персонала и правильности предоставления льгот;

- расследование случаев профессиональных заболеваний и аварий, сопровождающихся сверхнормативным воздействием на персонал и население радиационных факторов.

В процессе этой работы проводится санитарно-дозиметрическое обследование предприятия (объекта), при котором большое внимание уделяется основному производственному (радиационному) фактору с оценкой всех элементов режима РБ. Результаты проверки оформляются в виде акта проверки.

5. Принципы ведения радиационного контроля за состоянием окружающей среды.

Санитарно-дозиметрический радиационный контроль состояния окружающей среды включает:

- выявление и паспортизацию источников загрязнения окружающей среды радионуклидами;

- установление мест образования радиоактивных отходов, характера их переработки, хранения и удаления;

- оценку миграции радионуклидов в окружающей среде, степени создаваемого ими загрязнения и уровней внешнего и внутреннего облучения.

В зависимости от технологии использования открытых источников на радиологических объектах санитарно-дозиметрическому контролю подлежат системы канализации, открытые водоемы, подземные источники, атмосферный воздух, выпадения, почва, наземная растительность, продукты питания.

6. Общие требования к радиометрическим исследованиям объектов окружающей среды.

Контроль за радиоактивностью объектов рабочей и окружающей природной среды – неотъемлемая часть системы РК, осуществляемая службами радиационной безопасности и их медицинскими подразделениями совместно с органами Роспотребнадзора. Общие принципы и схема определения γ-, β- и α-активности объектов рабочей и внешней среды аналогичны и включают следующие основные моменты: отбор проб, обработку проб, приготовление препарата, радиометрические исследования, гигиеническая оценка результатов.

Количество и объем проб должны быть репрезентативными и отражать не только средние, но и максимальные уровни радиоактивных загрязнений. Поэтому перед отбором проб измеряют уровни γ-излучения с помощью переносной высокочувствительной аппаратуры с целью выявления равномерности либо неравномерности загрязнения.

На следующем этапе производится обработка проб и приготовление препаратов для радиохимического исследования.

7. Радиационно-экологический мониторинг.

Решение проблем РБ в отношении больших групп людей осуществляется путем радиационно-экологического мониторинга, под которым понимают измерение излучения или концентрации нуклида в целях оценки или контроля воздействия внешнего излучения или радиоактивного вещества. В зависимости от конкретных задач радиационно-экологический мониторинг может осуществляться как:

- мониторинг источника;

- мониторинг окружающей среды;

- индивидуальный мониторинг.

Программы мониторинга составляются как для нормальных условий эксплуатации ИИИ, так и на случай чрезвычайных ситуаций. На основании оценки результатов радиационного мониторинга дается заключение о необходимости прекращения работы источника или возможности продолжения его эксплуатации, необходимости проведения дополнительных защитных мероприятий.

8. С глобальной проблемой охраны окружающей среды связано уничтожение отходов. В процессе работы на радиологическом объекте неизбежно образуются жидкие, твердые и газообразные отходы. К ним относятся не подлежащие дальнейшему использованию материалы, вещества, растворы, изделия и биологические объекты, уровни радиоактивности которых превышают нормативные значения.

В зависимости от уровня объемной активности *жидкие отходы* делят на:

- слабоактивные – до 3,7\*108 Бк/м3;

- среднеактивные – от 3,7\*108 Бк/м3 до 3,7\*1013 Бк/м3;

- высокоактивные – 3,7\*1013 Бк/м3 и выше.

*Твердые отходы* считаются радиоактивными, если их удельная активность больше:

- 7,4\*103 Бк/кг для источников α-излучения;

- 7,4\*104 Бк/кг для источников β-излучения;

- 1\*10-7 г-экв радия/кг для источников γ-излучения.

Жидкие радиоактивные отходы в объеме до 200 л собираются в специальные емкости. Если в учреждении ежедневно образуется более 200 л ЖРО с концентрацией более 10 ДКБ для воды, то оборудуется специальная канализация с очистными сооружениями.

ТРО собираются отдельно от обычного мусора в контейнеры или сборники.

Сбор газообразных радиоактивных отходов обеспечивают с помощью систем вентиляции боксов, камер, шкафов. При этом удаляемый воздух перед выбросом в атмосферу подвергается очистке на высокоэффективных фильтрах. Отработанные фильтры в дальнейшем считаются ТРО.

9. ***Пункт захоронения радиоактивных отходов*** – это предприятие, обеспечивающее централизованный сбор, удаление (транспортировку) и захоронение радиоактивных отходов. Пункты захоронения устраиваются на достаточном удалении от населенных мест, на территориях, не имеющих перспектив хозяйственного или любого другого использования с низким стоянием грунтовых вод. Территорию пунктов захоронения радиоактивных отходов обносят оградой с предупреждающими знаками и охраняют. Вокруг создается санитарно-защитная зона.

После доставки отходов на пункт захоронения они могут подвергаться переработке (сжигание, цементирование и др.), подготовленные отходы сбрасывают в специальные подземные емкости (могильники). После заполнения могильников сверху устраивают бетонное перекрытие. В основе планирования пунктов захоронения лежит принцип разделения территории на «грязную» и «чистую» зоны. В «грязной» зоне размещают комплекс подземных резервуаров для захоронения отходов и установки для их переработки, в «чистой» зоне – здания и сооружения вспомогательных служб. На границе указанных зон располагаются санпропускник и здание для дезактивации транспортных средств.

**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  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

**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: Основные методы лучевой терапии и диагностики, применяемые в медицине. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов.**

**2. Цель:** сформировать представление о современных методах лучевой терапии и диагностики, применяемых в медицине.

**3. Задачи:**

Обучающая: сформировать у студентов четкое представление о способах и методах применения источников ионизирующего излучения в медицине, конкретизировать знания о мероприятиях по обеспечению радиационной безопасности при различных диагностических и лечебных процедурах.

Развивающая: формировать у студентов потребности и мотивы профессионального становления и развития, умения и навыки учета и контроля эффективных доз облучения пациентов и персонала.

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. Способы и методы применения источников ионизирующего излучения в медицине.

2. Дистанционная лучевая терапия, принцип действия и виды лучевой терапии. Обеспечение радиационной безопасности.

3. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при внутриполостной, внутритканевой лучевой терапии (брахитерапии) и аппликационной терапии.

4. Радионуклидная диагностика и терапия, Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении лучевой терапии с помощью открытых радионуклидных источников.

5. Требования к размещению рентгеновского кабинета. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности при проведении рентгенологических исследований.

6. Требования к организации работы и оборудованию рентгеновского кабинета.

7. Требования по обеспечению радиационной безопасности персонала, пациентов и населения при рентгенодиагностических исследованиях.

8. Обеспечение радиационной безопасности при рентгеностоматологических исследованиях.

9. Организация производственного контроля за соблюдением и выполнением норм радиационной безопасности в радиологических отделениях больниц.

10. Оценка, учет и контроль эффективных доз облучения пациентов и персонала (МУ 2.6.1.1798-03, МУ 2.6.1. 3015 -12).

**5. Основные понятия темы**

1. **Радиотерапия** – использование с лечебной целью излучений естественных и искусственных радиоактивных веществ.

В технике лучевой терапии используются два основных технических подхода - это телетерапия и брахитерапия. Термин «телетерапия» (tele - дальний) подразумевает, что лечение проводится на расстоянии, с помощью того или иного аппарата. Брахитерапия (brachy - короткий) проводится, когда источник радиации помещается рядом или внутрь облучаемого объекта. При этом источник может оставаться в ткани (как, например, золото-198 или йод-125) или должен быть удален (цезий-137, иридий-192, кобальт-60).

Лучевое лечение злокачественных опухолей может быть ***радикальным, паллиативным и симптоматическим***. Радикальное лечение предусматривает полное уничтожение, как первичного очага опухоли, так и возможных метастазов. Паллиативное лечение преследует цель задержать рост и развитие опухоли, продлить жизнь больному. Симптоматическое лечение назначается, чтобы снять какие либо тяжелые проявления опухолевого роста, например, сдавливание опухолью прилежащих органов с развитием тяжелых функциональных расстройств.

Сочетание двух способов облучения или двух видов излучений принято называть сочетанной лучевой терапией.

Известна следующая **классификация методов лучевой терапии**.

***1. Дистанционные методы облучения*** – это такие методы лучевой терапии, при которых источник находится на расстоянии от облучаемой поверхности.

1.1 Дистанционная гамма-терапия

- Статическая: открытыми полями, через решетку, через свинцовый клиновидный фильтр, через свинцовые экранирующие блоки. - Подвижная: ротационная, маятниковая (секторная), тангенциальная или эксцентричная, ротационно-конвергентная, ротационная с управляемой скоростью.

1.2 Терапия тормозным излучением высокой энергии

- Статическая: открытыми полями, через решетку, через свинцовый клиновидный фильтр, через свинцовые экранирующие блоки.

- Подвижная: ротационная, маятниковая, тангенциальная, ротационная с управляемой скоростью.

1.3 Терапия быстрыми электронами

- Статическая: открытыми полями, через свинцовую решетку, клиновидный фильтр, экранирующие блоки.

- Подвижная: ротационная, маятниковая, тангенциальная.

1.4 Рентгенотерапия

- Статическая: открытыми полями, через свинцовую решетку.

- Подвижная: ротационная, маятниковая, тангенциальная.

***2. Контактные методы*** – это такие методы лучевой терапии, когда источник излучения во время лечения находится в непосредственной близости от опухоли или в ее ткани.

2.1 внутриполостной;

2.2 внутритканевый;

2.3 радиохирургический;

2.4 аппликационный;

2.5 близкофокусная рентгенотерапия;

2.6 метод избирательного накопления изотопов;

***3. Сочетанные методы лучевой терапии*** – сочетание одного из методов дистанционного или контактного облучения.

***4. Комбинированные методы лечения*** злокачественных опухолей

4.1 лучевая терапия и хирургическое лечение;

4.2 лучевая терапия и химиотерапия.

**Рентгенорадиологические методы исследования** (рентгеноскопия, рентгенография, флюрография) относятся к наиболее распространенным при диагностике заболеваний. **Радиологические** или **радионуклидные** диагностические исследования с использованием радиофармацевтических препаратов (РФП) имеют меньшее распространение.

Существует шесть типов радиологических отделений: I — рентгенодиагностическое; II — дистанционной лучевой терапии; III — лучевой терапии закрытыми радиоактивными веществами; IV — лучевой терапии открытыми радиоактивными веществами; V — диагностического использования открытых радиоактивных веществ; VI — смешанные отделения. Наиболее распространенными являются рентгенодиагностические кабинеты или рентгенодиагностические отделения.

2. ***Линейные ускорители*** можно использовать для ускорения заряженных частиц всех видов. В настоящее время для лучевой терапии используются линейные ускорители на энергии 4, 6, 8, 15, и 45 Мэв. Наибольшее распространение получил линейный ускоритель на 4 Мэв. Благодаря применению принципа бегущей волны ускоритель может быть создан столь небольшим, что головка для излучения может быть выполнена подвижной и для возможности ротационного облучения.

***Нейтронные источники*** из калифорния-252 успешно применяются для нейтронной терапии до сих пор. Другой класс ИИИ базируется на атомных реакторах, являющихся источников нейтронов и гамма-излучений (как постоянных, так и импульсных) Ядерные реакторы достаточно широко используются для терапии злокачественных новообразований. Создан широкий набор тест-систем и получены радиобиологические характеристики плотно ионизирующих, комбинированных, смешанных радиационных воздействий, осуществлено формирование, исследование и внедрение в практику новых полей и пучков гамма-нейтронного и нейтронного излучений для медико-биологических целей. Усовершенствованы расчетно-теоретические модели для описания радиобиологических эффектов и планирования лучевой терапии. В России импульсное нейтронное излучение (в том числе со сверхвысокими мощностями доз) для медицинских целях добывается на реакторе БАРС-6, а метод нейтрон-захватной терапии осуществляют на реакторе БР-10, дающем быстрые нейтроны.

В последние годы в онкологии стала распространяться идея использования пучка питепловых (0,5 эВ<En<10 кэВ) нейтронов для реализации методов нейтронозахватной терапии рака в клинике. Основными элементами установки для подобной терапии является ускоритель протонов до энергии 3 МэВ и нейтроногенерирующая мишень ускорительного источника нейтронов.

**Лучевая хирургия.**

***Гамма- нож.*** При использовании источников гамма-излучения высокой интенсивности приходится говорить не столько о терапии, сколько о хирургии, поскольку в данном случае опухоль уничтожается целиком. В качестве «гамма-ножа» выступают мощные кобальтовые пушки, источником излучения в которых является радионуклид 60Со, получаемый облучением нейтронами мишени на высокопоточном атомном реакторе.

В настоящее время для радиохирургического лечения злокачественных опухолей созданы методы дозиметрического планирования, решены радиационно-гигиенические задачи применения источников разных конструктивных форм. Разработаны методические аспекты применения контактной терапии источниками 52Cf и 60Co в различных сочетаниях с дистанционным облучением, радиосенсибилизирующими средствами. Оценены непосредственные, ближайшие и отдаленные результаты контактной терапии у больных раком слизистой оболочки полости рта и ротоглотки. Определены перспективы дальнейшего исследования по использованию контактных методов лучевой терапии различными источниками излучения.

**Протонно-лучевая терапия**

Протонная лучевая терапия (ПЛТ) во всем мире признана одним из перспективных направлений лучевого лечения. В отличие от других используемых в дистанционной лучевой терапии видов излучения пучки протонов обеспечивают уникальное распределение дозы по глубине. Максимум дозы сосредоточен в конце пробега (то есть в облучаемом патологическом очаге – мишени), а нагрузка на поверхности тела и по пути к мишени минимальна. Лучевая нагрузка за мишенью (по ходу пучка) полностью отсутствует. Место размещения и протяженность дозного максимума зависит от энергии протонов и легко регулируется. И, наконец, почти полностью отсутствует рассеяние излучения («полутени») в теле больного - хорошо сколлимированный на входе в тело пучок практически не изменяет размеров поперечного сечения по всей длине пробега частиц. Характерное дозное распределение, применяемое при облучении новообразований глаза. Обращает на себя внимание уже упоминавшееся полное отсутствие лучевой нагрузки за мишенью и высокий краевой градиент дозы. Он необходим при облучении новообразований этой локализации, но, вообще говоря, легко регулируется в широких пределах.

Эти особенности протонного излучения позволяют облучать патологический очаг, в том числе, малых размеров (офтальмоонкология, радионейрохирургия), в точном соответствии с его формой, минимально повреждая при этом окружающие здоровые ткани. Эта уникальная особенность протонного излучения дает возможность повысить до оптимального уровня дозу во всем объеме мишени и, в то же время, практически полностью избежать постлучевых осложнений, чему на всех этапах развития лучевой терапии придавалось первостепенное значение. Кроме того, появилась не имеющая аналогов в дистанционной лучевой терапии возможность облучать новообразования, расположенные практически вплотную к критическим радиочувстительным органам и структурам, полностью исключая облучение последних.

3. ***Брахитерапия***

Органосохраняющим методом лечения локализованных форм рака предстательной железы, органов полости рта, ротоглотки, носоглотки, гортани, новообразований органов грудной клетки и брюшной полости является интерстициальная лучевая терапия (брахитерапия), позволяющая производить имплантацию в опухоль радиоактивных микроисточников, которые вызывают гибель злокачественных клеток.

При лечении в опухоль вводятся десятки микроисточников, стоимость которых составляет значительную долю стоимости всей операции. Для лечения огромной армии больных во всем мире, страдающих в настоящее время вышеперечисленными онкологическими заболеваниями, требуется новые медицинские методики и значительные количества недорогих микроисточников. Решить эту проблему можно только путем снижения стоимости лечения за счет снабжения клиник достаточным количеством источников и внедрения новых методик лечения.

В онкологии наибольшее распространение получили микроисточники на базе изотопов йода-125 и палладия-103 в виде игл или растворимых полимерных нитей. Радионуклиды должны быть тщательно очищены, поскольку радиоактивные примеси отрицательно влияют на качество лечения онкологических заболеваний. Брахитерапия требует проведения сложных вычислений дозных полей, создаваемых имплантированными источниками внутри опухоли, с привлечением трехмерных моделей расчета переноса энергии.

4.

Среди многообразных методов диагностики (распознавания) и терапии (лечения) болезней человека сегодня достаточно широко используются источники ионизирующего излучения (ИИИ), в том числе медицинские радионуклидные препараты (МРП) и изделия (МРИ). В лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ) МРП используются в основном для диагностических целей, которые проводятся в лабораториях радиоизотопной диагностики, а терапевтические процедуры с использованием МРИ – в радиологических отделениях (кабинетах) лучевой терапии.

***Радионуклидная диагностика*** – один из видов лучевой диагностики, основанный на внешней радиометрии излучения, исходящего из органов и тканей после введения радиофармацевтических препаратов непосредственно в организм пациента. Это метод функциональной визуализации, позволяющий качественно и количественно оценить наличие функционирующей ткани в исследуемом органе.

К МРП относятся радиоактивные фармацевтические препараты (РФП), используемые при проведении радионуклидных диагностических исследований (РНДИ).

РНДИ основаны на использовании радиоизотопных индикаторов в медицинских целях, для чего применяются РФП – меченые радиоизотопом химические соединения. Они либо вводятся непосредственно в организм пациента (in vivo), либо смешиваются в пробирках с биологическими реагентами пациента (in vitro). В том и другом случае количество введенного препарата незначительно, но современная аппаратура (гамма-камера) позволяет измерять даже малые количества радиоактивности и с помощью компьютера расшифровывает полученное изображение, точно указывая местонахождение патологического очага. Это и разнообразные функциональные возможности позволяют РНДИ осуществлять своевременную диагностику на ранних стадиях развития болезней, оставаясь в ряде случаев единственным средством получения необходимой диагностической информации.

В настоящее время наиболее распространенными являются радиофарпрепараты, меченые технецием (99Tc) и индием (113In, 111In), которые получают генераторным способом непосредственно в медицинском учреждении, где проводятся РНДИ. Следующими по популярности являются 123I, 131I, 198Au и 201Tl. Другие радионуклиды применяются в качестве радиоактивной метки РФП значительно реже.

***Радионуклидная терапия.*** Помимо диагностики, ядерная медицина выполняет лечебные функции. Она эффективно используется при лечении некоторых видов рака (лимфомы), раковых болей в костях и базедовой болезни (с использованием радиоактивного йодина). Количество радиоактивного материала, используемого в ядерной медицине, очень мало, поэтому риск облучения не превышает риска от обычной рентгеноскопии. Открытые источники излучения применяют и в лечении заболеваниями щитовидной железы и опорно-двигательного аппарата.

Препарат 131I весьма высокой активности для полного насыщения злокачественных клеток у больных раком щитовидной железы. Продемонстрирована также высокая эффективность радиойодтерапии при лечении больных с метастазами рака в легкие, кости. Новый радиофармпрепарат самарий-153-оксабифор дает хороший терапевтический эффект при метастатических поражениях скелета.

5. Рентгеновское отделение (кабинет) не допускается размещать в жилых зданиях и детских учреждениях. Исключение составляют рентгеностоматологические кабинеты (аппараты). Допускается функционирование рентгеновских кабинетов в поликлиниках, встроенных в жилые здания, если смежные по вертикали и горизонтали помещения не являются жилыми. Допускается размещение рентгеновских кабинетов в пристройке к жилому дому, а также в цокольных этажах, при этом вход в рентгеновское отделение (кабинет) должен быть отдельным от входа в жилой дом.

Рентгеновские кабинеты целесообразно размещать централизованно, в составе рентгеновского отделения, на стыке стационара и поликлиники. Отдельно размещают рентгеновские кабине-ты инфекционных, туберкулезных и акушерских отделений больниц и, при необходимости, флюорографические кабинеты приемных отделений и поликлинических отделений.

Рентгеновское отделение, обслуживающее только стационар или только поликлинику, должно размещаться в торцовых частях здания. Отделение не должно быть проходным. Входы в рентгеновское отделение для пациентов стационара и поликлинического отделения выполняются раздельными.

Не допускается размещать рентгеновские кабинеты под помещениями, откуда возможно протекание воды через перекрытие (бассейны, душевые, уборные и др.). Не допускается размещение процедурной рентгеновского кабинета смежно с палатами для беременных и детей.

Обеспечение радиационной безопасности при проведении рентгенологических исследований включает:

- проведение комплекса мер технического, санитарно-гигиенического, медико-профилактического и организационного характера;

- осуществление мероприятий по соблюдению правил, норм и нормативов в области радиа-ционной безопасности;

- информирование населения (пациентов) о дозовых нагрузках, возможных последствиях об-лучения, принимаемых мерах по обеспечению радиационной безопасности;

- обучение лиц, назначающих и выполняющих рентгенологические исследования, основам радиационной безопасности, методам и средствам обеспечения радиационной безопасности.

6.

Размещение рентгеновского аппарата производится таким образом, чтобы первичный пучок излучения был направлен в сторону капитальной стены, за которой размещается менее посещаемое помещение.

У входа в процедурную кабинета рентгенодиагностики, флюорографии и в комнату управления кабинета рентгенотерапии на высоте 1,6 - 1,8 м от пола или над дверью должно размещаться световое табло (сигнал) «Не входить!».

Пульт управления рентгеновских аппаратов, как правило, располагается в комнате управления, кроме передвижных, палатных, хирургических, флюорографических, дентальных, маммографических аппаратов и аппаратов для остеоденситометрии. В комнате управления допускается установка второго рентгенотелевизионного монитора, АРМ рентгенолога и рентгенолаборанта. При нахождении в процедурной более одного рентгенодиагностического аппарата предусматривается устройство блокировки одновременного включения двух и более аппаратов.

Для обеспечения возможности контроля за состоянием пациента предусматривается смотровое окно и переговорное устройство громкоговорящей связи. Минимальный размер защитного смотрового окна в комнате управления 24 х 30 см, защитной ширме - 18 х 24 см. Для наблюдения за пациентом разрешается использовать телевизионную и другие видеосистемы.

- Все рентгеновские кабинеты, в соответствии с проводимыми видами рентгенологических процедур, оснащаются передвижными и индивидуальными средствами защиты.

Стационарные средства радиационной защиты процедурной рентгеновского кабинета (стены, пол, потолок, защитные двери, смотровые окна, ставни и др.) должны обеспечивать ослаб-ление рентгеновского излучения до уровня, при котором не будет превышен основной предел дозы ПД для соответствующих категорий облучаемых лиц. Расчет радиационной защиты основан на определении кратности ослабления мощности поглощенной дозы рентгеновского излучения и про-водится на стадии проектирования рентгенкабинета.

Средства защиты, поставляемые в виде готовых изделий (защитные двери, защитные смотровые окна, ширмы, ставни, жалюзи и др.), должны обеспечивать уровень защиты (кратность ослабления), предусмотренные расчетом защиты, содержащимся в технологической части проекта рентгеновского кабинета. Стационарные средства защиты должны иметь защитную эффективность не ниже 0,25 мм по свинцовому эквиваленту.

Средства радиационной защиты персонала и пациентов подразделяются на передвижные и индивидуальные.

К передвижным средствам радиационной защиты относятся:

- большая защитная ширма персонала (одно-, двух-, трехстворчатая) - предназначена для за-щиты от излучения всего тела человека;

- малая защитная ширма персонала - предназначена для защиты нижней части тела человека;

- малая защитная ширма пациента - предназначена для защиты нижней части тела пациента;

- экран защитный поворотный - предназначен для защиты отдельных частей тела человека в положении стоя, сидя или лежа;

- защитная штора - предназначена для защиты всего тела; может применяться взамен боль-шой защитной ширмы.

К индивидуальным средствам радиационной защиты относятся:

- шапочка защитная - предназначена для защиты области головы;

- очки защитные - предназначены для защиты глаз;

- воротник защитный - предназначен для защиты щитовидной железы и области шеи; должен применяться также совместно с фартуками и жилетами, имеющими вырез в области шеи;

- накидка защитная, пелерина - предназначена для защиты плечевого пояса и верхней части грудной клетки;

- фартук защитный односторонний тяжелый и легкий - предназначен для защиты тела спереди от горла до голеней (на 10 см ниже колен);

- фартук защитный двусторонний - предназначен для защиты тела спереди от горла до голе-ней (на 10 см ниже колен), включая плечи и ключицы, а сзади от лопаток, включая кости таза, ягодицы, и сбоку до бедер (не менее чем на 10 см ниже пояса);

- фартук защитный стоматологический - предназначен для защиты передней части тела, включая гонады, кости таза и щитовидную железу, при дентальных исследованиях или исследовании черепа;

- жилет защитный - предназначен для защиты спереди и сзади органов грудной клетки от плеч до поясницы;

- передник для защиты гонад и костей таза - предназначен для защиты половых органов со стороны пучка излучения;

- юбка защитная (тяжелая и легкая) - предназначена для защиты со всех сторон области гонад и костей таза, должна иметь длину не менее 35 см (для взрослых);

- перчатки защитные - предназначены для защиты кистей рук и запястий, нижней половины предплечья;

- защитные пластины (в виде наборов различной формы) - предназначены для защиты от-дельных участков тела;

- средства защиты мужских и женских гонад - предназначены для защиты половой сферы пациентов.

Радиационная безопасность персонала рентгеновского кабинета обеспечивается системой защитных мероприятий конструктивного характера при производстве рентгеновских аппаратов, планировочными решениями при их эксплуатации, использованием стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты, выбором оптимальных условий проведения рентгенологических исследований, осуществлением радиационного контроля.

К работе по эксплуатации рентгеновского аппарата допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие документ о соответствующей подготовке, прошедшие инструктаж и проверку знаний правил по обеспечению безопасности, действующих в учреждении документов и инструкций.

Администрация учреждения организует проведение предварительных (при поступлении на работу) и ежегодных периодических медицинских осмотров персонала группы А. К работе допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с источниками ионизирующих излучений.

При выявлении отклонений в состоянии здоровья, препятствующих продолжению работы в рентгеновском кабинете, вопрос о временном или постоянном переводе этих лиц на работу вне контакта с излучением решается администрацией учреждения в каждом отдельном случае индивидуально в установленном порядке.

Женщины освобождаются от непосредственной работы с рентгеновской аппаратурой на весь период беременности и грудного вскармливания ребенка.

Лица, проходящие стажировку и специализацию в рентгеновском кабинете, а также учащие-ся высших и средних специальных учебных заведений медицинского профиля допускаются к рабо-те только после прохождения вводного и первичного инструктажа по технике безопасности и радиационной безопасности. Для студентов и учащихся, проходящих обучение с источниками ионизирующих излучений, годовые дозы не должны превышать значений, установленных для пер-сонала группы Б.

В рентгенологических исследованиях, сопровождающихся сложными манипуляциями, про-ведение которых не входит в должностные обязанности персонала рентгеновского кабинета, могут участвовать специалисты (стоматологи, хирурги, урологи, ассистенты хирурга, травматологи и другие), относящиеся к категории облучаемых лиц персонала группы Б, обученные безопасным методам работы, включая обеспечение радиационной безопасности пациента, и прошедшие инструктаж.

7. Направление пациента на медицинские рентгенологические процедуры осуществляет лечащий врач по обоснованным клиническим показаниям. Врачи, выполняющие медицинские рент-генологические исследования, должны знать ожидаемые уровни доз облучения пациентов, возможные реакции организма и риски отдаленных последствий.

По требованию пациента ему предоставляется полная информация об ожидаемой или о полученной им дозе облучения и о возможных последствиях. Право на принятие решения о применении рентгенологических процедур в целях диагностики предоставляется пациенту или его законному представителю.

Пациент имеет право отказаться от медицинских рентгенологических процедур, за исключением профилактических исследований, проводимых в целях выявления заболеваний, опасных в эпидемиологическом отношении.

Окончательное решение о целесообразности, объеме и виде исследования принимает врач-рентгенолог. При необоснованных направлениях на рентгенологическое исследование (отсутствие диагноза и др.) врач-рентгенолог может отказать пациенту в проведении рентгенологического исследования, предварительно проинформировав об этом лечащего врача и зафиксировав отказ в истории болезни (амбулаторной карте).

Врач-рентгенолог (или рентгенолаборант) регистрирует значение индивидуальной эффективной дозы пациента в листе учета дозовых нагрузок при проведении рентгенологических исследований (лист вклеивается в медицинскую карту амбулаторного больного или историю развития ребенка) и в журнале учета ежедневных рентгенологических исследований. При выписке больного из стационара или после рентгенологического исследования в специализированных лечебно-профилактических учреждениях значение дозовой нагрузки вносится в выписку. Впоследствии доза переносится в лист учета дозовых нагрузок медицинской карты амбулаторного больного (историю развития ребенка).

Произведенные в амбулаторно-поликлинических условиях рентгенологические исследования не должны дублироваться в условиях стационара. Повторные исследования проводятся только при изменении течения болезни или появлении нового заболевания, а также при необходимости получения расширенной информации о состоянии здоровья пациента.

Установленный норматив годового профилактического облучения при проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований и научных исследований практически здоровых лиц 1 мЗв.

Проведение профилактических обследований методом рентгеноскопии не допускается.

При достижении накопленной дозы медицинского диагностического облучения пациента 500 мЗв должны быть приняты меры по дальнейшему ограничению его облучения, если лучевые процедуры не диктуются жизненными показаниями.

При получении лицами из населения эффективной дозы облучения за год более 200 мЗв, или накопленной дозы более 500 мЗв от одного из основных источников облучения, или 1000 мЗв от всех источников облучения необходимо специальное медицинское обследование, организуемое органами управления здравоохранением.

Назначение беременных на рентгенологическое исследование производится только по клиническим показаниям. Исследования должны, по возможности, проводиться во вторую половину беременности, за исключением случаев, когда должен решаться вопрос о прерывании беременности или необходимости оказания скорой или неотложной помощи. При подозрении на беременность вопрос о допустимости и необходимости рентгенологического исследования решается, исходя из предположения, что беременность имеется. Беременных не допускается привлекать к участию в рентгенологических исследованиях (поддерживание ребенка или тяжелобольного родственника).

Не подлежат профилактическим рентгенологическим исследованиям дети до 14 лет и беременные, а также больные при поступлении на стационарное лечение и обращающиеся за амбул-торной или поликлинической помощью, если они уже прошли профилактическое исследование в течение предшествующего года. Возраст детей, подлежащих профилактическим рентгенологическим исследованиям, может быть снижен до 12 лет лишь в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки.

8. Дентальные аппараты с обычной пленкой без усиливающего экрана и панорамные аппараты разрешается размещать только в рентгеновском отделении (кабинете) лечебно-профилактического учреждения общемедицинского или стоматологического профиля.

Дентальные аппараты и пантомографы, работающие с высокочувствительным приемником изображения (без фотолаборатории), и дентальные аппараты с цифровой обработкой изображения, рабочая нагрузка которых не превышает 40 (мА х мин.)/нед., могут располагаться в помещении стоматологического учреждения, находящегося в жилом доме, в том числе в смежных с жилыми помещениях, при условии обеспечения требований норм радиационной безопасности для населения в пределах помещения, в которых проводятся рентгеностоматологические исследования.

При установке в процедурной более одного рентгеновского дентального аппарата площадь помещения должна увеличиваться в зависимости от типа аппарата, но не менее чем на 4 м2 на каждый дополнительный аппарат.

Требования к вентиляции помещений для рентгеностоматологических исследований: кратность воздухообмена в час в рентгеностоматологических кабинетах должна составлять не менее 3 по вытяжке и 2 по притоку.

Размещение радиовизиографа в стоматологическом кабинете производится так, чтобы мощность дозы, приведенная к стандартной рабочей нагрузке радиовизиографа, на внешних поверхностях стен и перекрытий, смежных с жилыми помещениями, не превышала 0,3 мкГр/ч.

Для защиты персонала необходимо установить рентгенозащитную ширму на расстоянии не менее 1 м от рентгеновского излучателя.

При размещении радиовизиографа в стоматологическом кабинете разработки проекта размещения радиовизиографа не требуется.

К работе с радиовизиографами допускаются специалисты старше 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, после прохождения обучения и отнесенные приказом администрации учреждения к категории персонала группы А.

При необходимости нахождения персонала, проводящего рентгеностоматологические исследования рядом с пациентом, персонал должен использовать средства индивидуальной защиты.

При проведении рентгеностоматологических исследований с использованием радиовизиографов обязательно должны использоваться средства индивидуальной защиты для пациента, экранирующие щитовидную железу, грудную клетку и область таза.

9. Ответственной за организацию производственного контроля за соблюдением и выполнением норм радиационной безопасности является администрация лечебно-профилактического учреждения.

Целью производственного контроля является обеспечение безопасности от воздействия радиационных и нерадиационных факторов, а также получение информации о дозах облучения персонала и пациентов для последующего анализа и проведения необходимых мероприятий по уменьшению лучевых нагрузок.

Производственный контроль включает:

1. Участие в разработке медико-технических заданий на проектирование и реконструкцию рентгеновских отделений и кабинетов.

2. Осуществление контроля за проектированием, строительством, реконструкцией и эксплуатацией рентгеновских кабинетов (отделений).

3. Организацию и проведение мероприятий по техническому совершенствованию службы лучевой диагностики, в том числе коррекцию заявок на аппаратуру и оборудование, расходные материалы.

4. Контроль за профессиональной подготовкой и переподготовкой лиц, работа которых связана с рентгеновским излучением.

5. Осуществление (организацию) радиационного контроля.

6. Осуществление (организацию) контроля эксплуатационных параметров рентгенологического оборудования.

7. Осуществление (организацию) контроля за нерадиационными факторами.

Радиационный контроль включает:

- контроль мощности дозы излучения на рабочих местах персонала, в помещениях и на территории, смежных с процедурной рентгеновского кабинета. Проводится при технической паспортизации рентгеновского кабинета, получении санитарно-эпидемиологического заключения;

- контроль технического состояния и защитной эффективности передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты. Проводится не реже одного раза в два года;

- индивидуальный дозиметрический контроль персонала группы А. Проводится постоянно с регистрацией результатов измерений один раз в квартал (по согласованию с органом государственного санитарно-эпидемиологического надзора - один раз в полгода);

- индивидуальный дозиметрический контроль лиц, периодически участвующих в проведении специальных рентгенологических исследований (хирурги, анестезиологи и др.), проводится так же, как и для персонала группы А; оценку доз облучения данного контингента допускается осуществлять расчетным методом;

- контроль дозовых нагрузок пациентов. Проводится при каждом рентгенологическом исследовании.

10. Оценка, учет и контроль доз облучения пациентов по эффективной дозе позволяет решить

следующие ***задачи***:

- оптимизировать проведение радиодиагностических процедур;

- обеспечить полный учет доз облучения всех органов и тканей пациента;

- накопить данные и провести анализ информации о динамике и уровнях доз медицинского облучения населения при применении радиоизотопных методов диагностики;

- наметить пути снижения уровней облучения до разумного минимума, который возможно принять за контрольный уровень облучения для данного вида диагностики;

- оценить вклад медицинского облучения в суммарную коллективную дозу облучения населения отдельных регионов и страны в целом и запланировать мероприятия по улучшению радиационного благополучия населения при использовании РФП при составлении радиационно-гигиенического паспорта территории.

***Контроль доз облучения пациентов***, в соответствии с п. 5.4.6 НРБ-99, является обязательным. Дозы облучения пациента от проведения каждого диагностического исследования с применением радиофармпрепаратов должны регистрироваться в персональном листе учета доз медицинского облучения, являющемся обязательным приложением к амбулаторной карте или истории болезни и служащем основой для оценки радиационного риска для пациента от всех проводимых радиодиагностических процедур (п. 4.14 - ОСПОРБ-99).

В лист учета вносят дату проведения исследования, вид РФП, введенную активность, способ введения, метод исследования, дозу облучения.

Для контроля за дозой облучения в подразделении ведется приходно-расходный журнал, журнал приготовления рабочих растворов РФП, журнал введения РФП.

По завершении отчетного года по всем листам учета данных дозиметрии, заполненным в течение текущего года, каждая медицинская организация составляет статистический отчет по форме N 3-ДОЗ. ***Контроль за облучением*** в радиоизотопной диагностике, согласно НРБ-99, заключается в том, чтобы убедиться, насколько обоснованным является облучение пациента с точки зрения получения необходимой и полезной диагностической информации.

Медицинское облучение пациентов проводится только по назначению врача и с согласия пациента. Окончательное решение о проведении радиодиагностических исследований принимает врач-радиолог. Обоснование необходимости такого исследования записывается лечащим врачом в амбулаторную карту или историю болезни.

Контроль профессионального облучения является одной из основных частей системы обеспечения радиационной безопасности персонала. Целью контроля является достоверное определение доз облучения персонала для установления соответствия условий труда требованиям НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 и подтверждения того, что радиационная безопасность персонала обеспечена должным образом, а техногенный источник излучения находится под контролем.

Контроль профессионального облучения заключается в определении индивидуальных эффективных доз внешнего облучения персонала и/или индивидуальных эквивалентных доз облучения отдельных органов и тканей.

Под индивидуальной дозой здесь понимается доза (эффективная или эквивалентная доза в органе или ткани в зависимости от контекста), которая была бы получена стандартным работником, если бы он находился в тех же производственных условиях и выполнял те же работы с источником, что и данный индивид. Значение индивидуальной дозы приписывается индивиду по результатам дозиметрического контроля. Рекомендуется следующая периодичность контроля:

• измерение мощностей доз на рабочих местах проводить 1 раз в год;

• индивидуальный дозиметрический контроль персонала – ежеквартально;

• индивидуальный дозиметрический контроль женщин в возрасте до 45 лет – ежеквартально, а в случае выявления беременности и принятия женщиной решения о сохранении беременности, женщина переводится на работу, не связанную с ИИИ, контроль прерывается, а дозиметры направляются на измерение.

**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  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

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

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

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

Практическое занятие №8.

**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. 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  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 22.12.2 | Входной контроль знаний, умений и навыков студентов Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросовТестовый входной контроль знаний | ОбъяснениеПисьменная работа | 510 |
| 33.13.2 | Отработка практических умений и навыковРазбор теоретического материала Самостоятельная практическая работа студентовРешение задач | Фронтальный опросПисьменные упражнения | 6565 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия – проверка решения задачДомашнее задание  | ОбъяснениеПроверка практической работыОбъяснение | 3152 |

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

**9. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

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

Практическое занятие №9.

**1. Тема: Актуальные проблемы радиационной безопасности.**

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

**3. Задачи:**

Обучающая: закрепить и расширить знания основных вопросов обеспечения радиационной безопасности для персонала и населения.

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. Мирное использование атомной энергии.
2. Естественный и технологически измененный естественный радиационный фон. Характеристика естественной радиоактивности тела человека. Дозы облучения человека за счет радиационного фона, их гигиеническая оценка.
3. Искусственный радиационный фон. Гигиеническая характеристика источников загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами. Миграция радиоактивных веществ, пути их поступления в организм человека.
4. Современные проблемы радиационной безопасности в связи с загрязнением окружающей среды радиоактивными отходами.
5. Современные проблемы радиационной безопасности в связи с загрязнением окружающей среды при авариях на АЭС и реакторах.
6. Современные проблемы радиационной безопасности в связи с загрязнением окружающей среды при испытаниях ядерного оружия.
7. Ионизирующее излучение и наследственность человека.
8. История развития представлений о дозовых пределах ионизирующих излучений.
9. Особенности радиационного загрязнения продуктов питания с учетом воздействия природных и техногенных источников ионизирующих излучений.
10. Применение закрытых источников ионизирующих источников в медицине при диагностике и лечении заболеваний.
11. Применение открытых источников ионизирующих источников в медицине при диагностике и лечении заболеваний. Вклад медицинского облучения в формирование радиационной нагрузки на население.
12. Гигиена труда в условиях воздействия источников ионизирующего излучения. Профилактика профессиональных заболеваний, связанных с последствиями радиационного воздействия.
13. Состояние здоровья населения, проживающего в районе Тоцкого ядерного взрыва в Оренбургской области в 1954 году.
14. Обеспечение безопасных условий жизни населения в условиях содержания радиоактивных веществ (радон, торон) в воздушной среде жилых зданий.
15. Организация работы радиационных отделов, их преемственность в территориальном управлении Роспотребнадзора и Федеральном государственном центре здравоохранения.

**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  |
| 11.1 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.  |  | 555 |
| 2 | Обсуждение возникших у студентов при самоподготовке вопросов | Объяснение | 5 |
| 33.1 | Выступление студентов с докладами по предлагаемым темам Обсуждение заслушанных докладов | Устный докладДискуссия | 10015 |
| 44.14.24.3 | Заключительная часть занятия:Обобщение, выводы по теме.Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по дисциплине – итоговое тестирование Домашнее задание  | ОбъяснениеПрограммированный контроль Объяснение | 3402 |

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

**8. Средства обучения:**

- дидактические - *таблицы, схемы, плакаты.*

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