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

Кафедра общей и коммунальной гигиены

Дисциплина: Радиационная гигиена Специальность 060105.65

 Медико-профилактическое дело

Курс 4 Семестр 8



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

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

на тему: «Природные источники ионизирующего излучения. Техногенно измененный естественный радиационный фон»

**Методическое пособие для преподавателей**

**к проведению практического занятия**

Автор: доц. к.м.н. Карпенко И.Л.

Утверждено на заседании кафедры общей и коммунальной гигиены

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

**Оренбург 2014 год**

**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 от природных источников космического и земного происхождения, а также от искусственных радионуклидов, рассеянных в биосфере в результате деятельности человека.

***Естественный радиационный фон*** – ионизирующее излучение, действующее на человека на поверхности Земли от природных источников космического и земного происхождения.

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

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

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

4. Лекционный материал.

**Самостоятельная работа студентов:**

* Решение ситуационных задач по определению эффективного периода полувыведениярадионуклида из организма человека.

Решите следующие задачи:

**Вариант 1**

**Задача 1**

При анализе условий труда рабочих угольной шахты были определены следующие значения радиационных факторов: мощность эквивалентной дозы гамма-излучения 0,2 мЗв/ч, объемная активность в производственной пыли урана 0,01 Бк/м3, объемная активность в производственной пыли торона 0,001 Бк/м3, эквивалентная равновесная объемная активность радона в воздухе рабочей зоны 110 Бк/м3, эквивалентная равновесная объемная активность торона в воздухе рабочей зоны 35 Бк/м3. Рабочий день 6 часов при 6-ти дневной рабочей неделе.

Оцените уровни облучения рабочих в производственных условиях и разработайте защитные мероприятия по снижению уровней облучения за счет природных источников излучения.

**Задача 2**

К участковому терапевту обратилась пациентка, 35 лет, с жалобами на плохое самочувствие: головные боли, утомляемость, слабость, плохой сон, снижение артериального давления, нарушение менструального цикла. Из анамнеза выявлено, что она домохозяйка, в течение последних двух лет проживает в новом частном доме, который построен с использованием природных строительных материалов (гранит, мрамор) с приусадебным участком. Она имеет сына 10 лет и дочь 4 лет, которые стали часто болеть простудными заболеваниями. Летом пациентка со всей семьей провела все лето на море, после чего все члены семьи почувствовали себя лучше и жалоб не предъявляли. Через три месяца жалобы возобновились.

Данные радиационного контроля проведенного в жилом доме: среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе жилых помещений составляет 210 Бк/м3, эффективная удельная активность природных радионуклидов в граните использованном для отделки здания (Аэфф) составляет 520 Бк/кг.

Оцените проведенные радиационные исследования. Составьте план защитных мероприятий.

**Задача 3**

При анализе воздействия космического излучения на экипаж воздушного судна гражданской авиации были определены следующие значения радиационных факторов: мощность эквивалентной дозы гамма-излучения 5,2 мкЗв/ч, мощность поглощенной дозы в воздухе 6,0 мкГр/ч. Экипаж преимущественно выполняет длительные полёты (до 8 - 10 часов и более), которые проходят на высотах 11000-12000 м.

Оцените уровни облучения экипажа гражданской авиации и разработайте защитные мероприятия по снижению уровней облучения за счет космического излучения.

**Задача 4**

При анализе качества питьевой воды из подземного источника по показателям радиационной безопасности установлено, что удельная суммарная α-активность составила 0,39 Бк/кг и β-активность 0,8 Бк/кг.

Проведенный анализ содержания в воде радионуклидов показал, что удельная активность 226Ra- 0,7 Бк/кг, 228Ra- 0,1 Бк/кг,238U- 3,8 Бк/кг, 234U – 2,8 Бк/кг,  210Po – 0,15 Бк/кг, 210Pb – 0,13 Бк/кг,232Th – 0,7 Бк/кг, 222Rn – 70 Бк/кг.

Оцените радиационную безопасность питьевой воды и предложите необходимые защитные мероприятия.

**Вариант 2**

**Задача 1**

При анализе условий труда рабочих урановой шахты были определены следующие значения радиационных факторов: мощность эквивалентной дозы гамма-излучения 2,2 мЗв/ч, объемная активность в производственной пыли урана 0,02 Бк/м3, объемная активность в производственной пыли торона 0,021 Бк/м3, эквивалентная равновесная объемная активность радона в воздухе рабочей зоны 290 Бк/м3, эквивалентная равновесная объемная активность торона в воздухе рабочей зоны 65 Бк/м3. Рабочий день 6 часов при 6-ти дневной рабочей неделе.

Оцените уровни облучения рабочих в производственных условиях и разработайте защитные мероприятия по снижению уровней облучения за счет природных источников излучения.

**Задача 2**

Анализируя заболеваемость на обслуживаемой территории, участковый терапевт обратил внимание на изменения в состоянии здоровья взрослого населения. Так, за последние годы участились случаи обращаемости с жалобами на головные боли, утомляемость, слабость, плохой сон, нарушение артериального давления, выявлены случаи заболеваний раком легких. Все вышеперечисленные нарушения в состоянии здоровья детей и взрослых отдельных семей послужили причиной для оценки условий их проживания. Установлено, что данные семьи проживают в домах, построенных на пустыре, изолировано от жилых домов микрорайона. Дома построены из красного кирпича. Для защиты от уличного шума в квартирах данных семей установлены герметичные пластиковые окна. В целях снижения поступления пыли с улицы проветривание помещений осуществляется редко. В доме имеется технический подвал высотой 1,4 м с утрамбованным грунтовым покрытием. Вентиляция в подвале отсутствует.

Данные радиационного контроля: Среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе жилых помещений составляет 335 Бк/м3. Мощность эффективной дозы гамма излучения в помещении составляет 0,15 мк Зв/ч, мощность эффективной дозы гамма излучения в помещении составляет 0,19 мк Зв/ч.

Оцените проведенные радиационные исследования. Составьте план защитных мероприятий.

**Задача 3**

При анализе воздействия космического излучения на экипаж воздушного судна гражданской авиации были определены следующие значения радиационных факторов: мощность эквивалентной дозы гамма-излучения 2,2 мкЗв/ч, мощность поглощенной дозы в воздухе 3,0 мкГр/ч. Экипаж преимущественно выполняет полёты длительностью до 3 - 4 часов, которые проходят на высотах 9000-10000 м.

Оцените уровни облучения экипажа гражданской авиации и разработайте защитные мероприятия по снижению уровней облучения за счет космического излучения.

**Задача 4**

При анализе качества питьевой воды из подземного источника по показателям радиационной безопасности установлено, что удельная суммарная α-активность составила 0,2 Бк/кг и β-активность 4,9 Бк/кг. Удельная активность 40К составила 3,5 Бк/кг.

Проведенный анализ содержания в воде радионуклидов показал, что удельная активность 226Ra- 0,3 Бк/кг, 228Ra- 0,25 Бк/кг, 238U- 1,8 Бк/кг, 234U – 3,8 Бк/кг,  210Po – 0,08 Бк/кг, 210Pb – 0,33 Бк/кг, 232Th – 0,5 Бк/кг, 222Rn – 40 Бк/кг.

Оцените радиационную безопасность питьевой воды и предложите необходимые защитные мероприятия.