

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по организации и проведению
учебного занятия

по основам радиационной безопасности

Минск
Институт радиологии
2015

Методические рекомендации
по организации и проведению
учебного занятия по основам
радиационной безопасности

Минск
Институт радиологии
2015

Рекомендации подготовили:

Е. О. Устименко

А. В. Вертинская

Под общей редакцией канд. биол. наук Н. Я. Борисевича

Содержание

Термины и определения.....	4
Вводная часть.....	11
1. Требования к современному занятию	13
2. Сценарии проведения занятия в модуле «Радиационная безопасность».....	17
3. Используемое оборудование и приборы	28
4. Литература для подготовки	32
Приложение 1	34
Приложение 2	38
Приложение 3	62

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Авария – любое непреднамеренное событие, включая ошибки во время эксплуатации, отказы оборудования и другие неполадки, реальные или потенциальные последствия которого не могут игнорироваться с точки зрения защиты или безопасности.

Активность (А) – мера радиоактивности какого-либо количества радионуклидов, находящихся в данном энергетическом состоянии в настоящий момент.

Активность удельная (объемная) – отношение активности (А) радионуклида в веществе к массе (m) / объему (V) вещества.

Альфа-частица – ядро атома гелия (2 протона и 2 нейтрона).

Атом – неделимая часть химического элемента. Атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Бета-частица – частица ядерного происхождения, равная по массе электрону (электрон или позитрон).

Восстановительные меры – мероприятия, которые могут проводиться в целях снижения радиационного облучения, обусловленного присутствием радиоактивного загрязнения на участках земной поверхности, посредством мер, применяемых в отношении собственно радиоактивного загрязнения (источника) или путей поступления облучения в организм человека.

Гамма-квант – фотон ядерного происхождения.

Гигиенический норматив – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека.

Годовая доза – сумма дозы, полученной от внешнего облучения в течение года, и ожидаемой дозы, обусловленной поступлением радионуклидов в этом году.

Дезактивация – удаление или снижение радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды.

Доза поглощенная (D) – величина энергии ионизирующего излучения, переданная веществу.

Доза в органе или ткани (DT) – средняя поглощенная доза в определенном органе или ткани человеческого тела.

Доза эквивалентная (HT, R) – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения (WR). Эквивалентная доза отражает размер наносимого вреда.

Доза эффективная (E) – величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности.

Доза эффективная коллективная – мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения. Она равна сумме индивидуальных эффективных доз.

Естественный радиационный фон – доза излучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных

в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека.

Загрязнение радиоактивное – присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, принятые в установленном порядке.

Защита радиационная – защита людей от облучения в результате воздействия ионизирующих излучений и средства ее обеспечения.

Защитная мера – мера, принимаемая в целях устранения или снижения доз облучения, которые в противном случае могут быть получены в ситуациях аварийного облучения или ситуациях существующего облучения.

Зона контроля – территория, внутри которой вводятся или могут быть введены специальные меры защиты и безопасности для контролирования нормального облучения или для предотвращения распространения загрязнения в процессе нормальной эксплуатации. Она, как правило, находится внутри зоны наблюдения.

Зона наблюдения – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой проводится радиационный контроль.

Зона радиоактивного загрязнения – территория, подвергшаяся радиоактивному загрязнению в результате радиационной аварии.

Изотоп – атомы одного и того же элемента, имеющие отличное друг от друга массовое число.

Йодная профилактика – введение препарата стабильного йода (обычно йодистого калия) в целях предотвращения или снижения поглощения радиоактивных

изотопов йода щитовидной железой в случае аварии, связанной с воздействием радиоактивного йода.

Ионизирующее излучение – излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует ионы разных знаков при взаимодействии со средой.

Источник ионизирующего излучения (далее – источник излучения) – устройство или радиоактивное вещество, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.

Источник излучения природный – источник ионизирующего излучения природного происхождения.

Источник излучения техногенный – источник ионизирующего излучения, специально созданный для его полезного применения или являющийся побочным продуктом этой деятельности.

Источник радионуклидный закрытый – источник излучения, устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан.

Источник радионуклидный открытый – источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду.

Контроль радиационный – получение информации о радиационной обстановке в организации, в окружающей среде, а также об уровнях облучения людей (включает в себя дозиметрический и радиометрический контроль).

Лаборатория радиационного контроля – обобщенное наименование измерительных и испытательных лабораторий (центров, служб, постов) или их подразделений, выполняющих радиационные измерения.

Мониторинг радиационный – измерение уровня дозы, мощности дозы или ее активности, используется для оценки или контроля облучения в результате воздействия излучения или радиоактивных веществ, а также интерпретации полученных результатов.

Мониторинг окружающей среды – измерение мощностей дозы внешнего облучения от источников в окружающей среде или концентраций радионуклидов в экологических средах.

Мониторинг индивидуальный (индивидуальный дозиметрический контроль) – это мониторинг (контроль) с использованием измерений, осуществляемых индивидуальными приборами (устройствами), которые носят работники, а также измерений количества радиоактивных веществ, находящихся в организме или на теле.

Мощность дозы – доза излучения за единицу времени (секунду, минуту, час).

Облучение – воздействие на человека ионизирующего излучения.

Облучение аварийное – облучение в результате радиационной аварии.

Облучение населения – облучение лиц из числа населения в результате воздействия источников излучения в ситуациях планируемого, аварийного и существующего облучения (кроме любого профессионального или медицинского облучения).

Облучение медицинское – облучение пациентов во время медицинского обследования или лечения.

Облучение профессиональное – облучение персонала в процессе его работы с техногенными источниками ионизирующего излучения.

Облучение техногенное – облучение от техногенных источников как в нормальных, так и в аварийных условиях (за исключением медицинского облучения пациентов).

Период полураспада – время, за которое первоначальное количество радиоактивных атомов (ядер) уменьшается в 2 раза.

Предел дозы (ПД) – величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется на приемлемом уровне.

Радиационная безопасность населения (радиационная безопасность) – состояние защищенности настоящего и будущего поколений людей от вредного для здоровья воздействия ионизирующего излучения.

Радиационный контроль – радиационные измерения, выполняемые для контролируемого объекта с целью определения степени соблюдения требований установленных норм (включая непревышение установленных уровней) или с целью наблюдения за состоянием объекта. Получение с регламентируемой точностью фактических данных для контролируемого объекта необходимо для документирования, обоснования корректирующих мероприятий, определения соответствия объекта установленным нормам и контрольным уровням.

Радиоактивность – самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер, приводящее к изменению их атомного номера или массового числа. Иногда к явлению радиоактивности относят изменение энергетического состояния ядер, сопровождающееся гамма-излучением.

Радиоактивные превращения протекают с изменением строения, состава и энергетического состояния ядра и сопровождаются испусканием или захватом заряженных частиц, а также выделением коротковолнового излучения электромагнитной природы (гамма-излучение).

Риск радиационный – вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.

Санитарно-защитная зона – территория вокруг источника ионизирующего излучения, на которой уровень облучения в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения для населения. В санитарно-защитной зоне запрещается постоянное и временное проживание людей, вводится режим ограничения хозяйственной деятельности и проводится радиационный контроль.

Уровень вмешательства (УВ) – уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

Эффекты излучения детерминированные – клинически выявляемые вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, в отношении которых предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше – последствия эффекта зависят от дозы.

Эффекты излучения стохастические – вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, возникновение и тяжесть которых не зависит от дозы, однако вероятность возникновения пропорциональна дозе.

Вводная часть

ДАННЫЕ методические рекомендации предназначены для оказания помощи преподавателю при подготовке к проведению учебного занятия в модуле «Радиационная безопасность», входящего в цикл занятий по интерактивному обучению детей младшего, среднего и старшего школьного возраста по основам безопасной жизнедеятельности. В данном материале рассматриваются вопросы дидактических и психологических требований к занятиям, их цели и задачи, технические условия, методическое оснащение, а также рекомендации по работе с приборами. Для преподавателя предложен план проведения занятия для различных возрастных аудиторий.

ЦЕЛЬ: дать общее представление о радиации, основных ее источниках, применении ионизирующих излучений в промышленности, медицине и др.; рассказать о вреде радиации для человека и всех живых организмов; ознакомить с правилами безопасного проживания на территориях, загрязненных радионуклидами.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ МАТЕРИАЛ: видео-ролик, иллюстрационный материал в форме плакатов.

ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ: дозиметр-радиометр МКС-АТ6130, гамма-радиометр РКГ-АТ1320А, спектрометр излучения человека СКГ-АТ1316.

ЗАДАЧЕЙ проведения занятия по основам радиационной безопасности является получение знаний по следующим вопросам:

- радиация и ионизирующее излучение;
- воздействие радиации на среду и человека, способы ослабления этого влияния;
- принципы и методы радиационной защиты;
- организация работы по обеспечению радиационной безопасности населения.

1. Требования к современному занятию

1. ДИДАКТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАНЯТИЮ:

- определение оптимального содержания занятия, с учетом уровня подготовки преподавателя и подготовленности учащихся;
- прогнозирование уровня усвоения учащимися научных знаний, формирования умений и навыков на занятии;
- выбор наиболее рациональных методов, приемов и средств обучения, стимулирования и контроля, а также их оптимального взаимодействия на каждом этапе занятия; выбор, обеспечивающий познавательную активность; сочетание различных форм коллективной и индивидуальной работы на занятии;
- реализация на занятии всех дидактических принципов (объективности, научности; связи теории с практикой; последовательности, систематичности; доступности при необходимой степени трудности; наглядности; разнообразия методов; активности обучаемых; прочности усвоения знаний, умений и навыков в сочетании с опытом творческой деятельности);
- создание условий для успешного обучения учащихся и развития их познавательной активности путем использования различных форм коллективной и индивидуальной работы на занятии

2. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАНЯТИЮ

- осознание педагогом психологической цели занятия и внутренней готовности к ее осуществлению;
- регулировка педагогом своего рабочего самочувствия в начале занятия и в процессе его осуществления (собранность, сонастроенность с темой и психологической целью занятия, энергичность, настойчивость в осуществлении поставленной цели, оптимистический подход ко всему предстоящему, педагогическая находчивость и др.);
- соблюдение педагогического такта;
- поддержание благоприятного психологического климата на занятии (атмосфера радостного, искреннего общения; деловой контакт с учащимися и др.);
- побуждение учащихся к деятельности (комментарии, вызывающие положительные эмоции в связи с проделанной работой; установки, стимулирующие интерес, волевое усилие к преодолению трудностей и т. д.);
- осуществление преподавателем контроля, анализа и оценки деятельности учащихся;
- опора на психологические закономерности формирования представлений и понятий, создания новых образов в мышлении и воображении учащихся;
- определение уровня сформированности знаний и умений учащихся;
- планирование приемов и форм работы, обеспечивающих активность и самостоятельность мышления учащихся;

- руководство повышением уровня понимания (от описательного, сравнительного, объяснительного к обобщающему, оценочному, проблемному) и формированием умений рассуждать и делать умозаключения;
- планирование путей разностороннего восприятия учащимися изучаемых объектов и явлений, их осмысления;
- соотношение нагрузки на память и мышление учащихся;
- планирование условий для поддержания устойчивого внимания и сосредоточенности учащихся;
- использование различных форм работы для актуализации в памяти учащихся ранее усвоенных знаний, необходимых для восприятия новых (индивидуальный опрос, беседа, тесты для повторения);
- определение объема воспроизводящей и творческой деятельности учащихся;
- использование установок в форме убеждения, внушения.

3. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАНЯТИЮ:

- поддержание комфортного температурного режима и физико-химических свойств воздуха (необходимость проветривания);
- обеспечение достаточного уровня освещенности от естественных и искусственных источников света;
- предупреждение утомления и переутомления;
- чередование видов деятельности (смена слушания на выполнение практических работ).

4. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

- занятие должно быть эмоциональным, вызывать у детей интерес к обучению и воспитывать у них потребность в знаниях;
- темп и ритм занятия должны быть удобными для всех его участников, а действия педагога и учащихся – завершенными;
- во взаимодействии педагога и учащихся на занятии необходим полный контакт, для обеспечения которого должны соблюдаться педагогический такт и педагогический оптимизм;
- на занятии должна доминировать атмосфера доброжелательности и активного творческого труда;
- педагог должен уметь менять виды деятельности учащихся на занятии, оптимально сочетая различные методы и приемы обучения;
- каждый учащийся должен иметь возможность быть на занятии активным, а педагог – создать соответствующие условия для этого.

2. Сценарии проведения занятия в модуле «Радиационная безопасность»

1. СЦЕНАРИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 1–6 КЛАССОВ

Для категории детей младшего и среднего школьного возраста (1–6 классы) был разработан сценарий проведения занятия по основам безопасной жизнедеятельности в условиях проживания на радионуклидно-загрязненных территориях.

Время проведения занятия 20–25 минут.

Ход занятия:

– Добрый день, ребята! В этом кабинете мы поговорим с вами о радиационной безопасности. Кто из вас знает, что такое радиация? *(Дети высказывают свои предположения.)*

– Радиация – это естественный фактор окружающей среды, существовавший задолго до появления человечества и существующий на всем протяжении его развития. Вокруг нас множество излучений различной природы: они поступают из космоса и появляются на Земле. Излучения окружают нас повсюду. Какие виды излучений Вы знаете? *(Дети называют то, что им известно.)* Радиация – это тоже излучение. Она не имеет вкуса, цвета и запаха, ее невозможно почувствовать!

– Давайте посмотрим видео-ролик о том, что такое радиация?

(Просмотр видеоролика. Текст видео-ролика представлен в Приложении 1. После просмотра.)

– Что вы запомнили из ролика? *(Ответы детей.)*

А запомнили ли вы, что:

- радиация – это излучение без цвета, вкуса и запаха;
- радиация повсюду: во всех живых организмах, в овощах и фруктах, земле, домах и т.д.;
- большие дозы радиации разрушают молекулы живого организма;
- с помощью радиации стерилизуют фрукты и овощи.

– Отлично, ребята, но вы должны запомнить главное: нужно не бояться радиации, а соблюдать определенные правила безопасности, и она вам будет не страшна!

– А знаете ли вы, где в повседневной жизни используется радиоактивное излучение? *(Ответы детей.)*

(Примеры:

- *в медицине (лучевая терапия, диагностика тела человека, стоматология);*
- *в промышленности (контроль качества изделий, для стерилизации пищевых продуктов).)*

– Скажите, а вы знаете, для чего нужны атомные электростанции? *(Ответы детей.)* На них вырабатывается электроэнергия, которую люди используют в повседневной жизни. Сердцем атомной электростанции является реактор. Там и находятся источники вредного излучения. Пока они внутри реактора – они безопасны для людей. Но стоит только произойти аварии в реакторе, и радиация вырывается наружу, причиняя вред растениям, животным и человеку. Такой взрыв произошел много (почти 30) лет назад на

Чернобыльской атомной электростанции. Источники вредного излучения попали в окружающую среду: в леса и водоемы, на огороды, поля и луга. Но люди придумали меры борьбы с радиацией. Например, поля и огороды можно посыпать специальными удобрениями и перепахать. Однако на некоторых территориях все равно сохраняется повышенный радиационный фон. Для того чтобы узнать, безопасно ли находиться в том или ином месте, люди создали прибор дозиметр-радиометр. С его помощью можно измерить радиацию и определить радиационную обстановку. Нормальным радиационным фоном являются значения до 0,20 мкЗв/ч. Давайте измерим радиационный фон и убедимся в том, что тут безопасно.

(Проведение измерений и обсуждение результатов. Работа с информационным плакатом № 1 «Радиация вокруг нас» – Приложение 2.)

– С каждым годом после аварии радионуклидов становится меньше. Это происходит за счет того, что они распадаются естественным путем, а также переходят вглубь земли. Существует такое понятие как **период полураспада** – это время, за которое количество радионуклидов становится в два раза меньше. (Например, у радиоактивного йода-131 (^{131}I) период полураспада 8 суток.)

– Радионуклиды находятся в земле, и поэтому растения, произрастающие на такой земле могут накапливать в себе радиацию. Но на это способны не только растения. Грибы и животные также накапливают ее. Так как в лесах не проводят обработку, не перекапывают землю и не добавляют специальные удобрения, то там радионуклидов больше, чем на полях. Поэтому грибы и ягоды, собранные на таких территориях, чаще всего загрязненные. И в целях

безопасности все продукты питания (в том числе, грибы и ягоды) нужно проверять на содержание радионуклидов. Это можно сделать на специальном приборе – радиометре. Давайте проведем измерения и узнаем, сколько же радионуклидов содержится в пробе (*зерне, грибах, ягодах, картофеле и т. д.*).

(Проведение измерений и обсуждение результатов. Работа с информационным плакатом № 2 «Содержание радионуклидов в продуктах питания» Приложение 2)

– Ребята, а вы знаете, как можно снизить риск потребления продуктов с повышенным содержанием радионуклидов? (*Дети высказываются.*)

– Напоминаю вам, что грибы и ягоды, собранные в лесу, обязательно нужно проверять на специальном приборе – радиометре. Овощи с огорода нужно обязательно вымыть. Их кулинарная обработка также ведет к снижению содержания радионуклидов.

(Работа с информационным плакатом № 3 «Как снизить дозу внутреннего облучения» – Приложение 2.)

– Скажите, если вдруг вы все-таки скушали загрязненные продукты, то как это проверить? (*Ответы детей.*) Ученые также придумали прибор и для этого. Он называется СИЧ – счетчик излучения человека. Давайте проведем измерения. Кто будет добровольцем? (*Посадить добровольца, подключить приборы, начать измерение.*)

– Проводя измерение на СИЧе, можно сказать, сколько радионуклидов попало в организм человека. Если прибор покажет, что много, – значит этот человек плохо соблюдал правила радиационной безопасности. Давайте посмотрим, в каких органах больше, а в каких меньше накапливается радиация.

(Работа с информационным плакатом № 4 «Воздействие радиации на организм человека» – Приложение 2.)

– Пока проводится измерение, давайте закрепим полученные знания, и все вместе ответим на несколько вопросов.

(Проведение тестирования. Тесты и пояснения к ним представлены в Приложении 3.)

– Пока мы с вами отвечали на вопросы, прибор провел измерения. Давайте посмотрим, что же мы получили. *(Обсуждение результатов.)*

– У вас есть вопросы? Может вам что-нибудь было непонятно?

(Вопросы детей, если таковые имеются.)

– Надеюсь, что теперь вы не будете бояться радиации и станете еще лучше соблюдать правила радиационной безопасности!

2. Сценарий проведения занятия для учащихся 7–11 классов

Для категории детей старшего и среднего школьного возраста (7–11 классов) был разработан сценарий проведения занятия по основам безопасной жизнедеятельности в условиях проживания на радионуклидно-загрязненных территориях.

Время проведения занятия 20–25 минут.

Ход занятия:

– Добрый день! В этом кабинете мы поговорим с вами о радиационной безопасности. Кто из вас знает, что такое радиация? *(Учащиеся высказывают свои предположения.)*

– Радиация – это естественный фактор окружающей среды, существовавший задолго до появления человечества и существующий на всем протяжении его развития. Вокруг нас множество излучений различной природы: они поступают из космоса и появляются на Земле. Излучения окружают нас повсюду. Радиация также является излучением. Оно называется ионизирующим, так как при взаимодействии его с веществом происходит процесс ионизации – превращение атомов или молекул в ионы. К видам ионизирующего излучения относятся α -, β -, γ -излучения, которые различаются видом испускающихся частиц и силой воздействия на живые организмы, в том числе и на человека. Радиация не имеет вкуса, цвета и запаха, ее невозможно почувствовать!

– Давайте посмотрим видео–ролик о том, что такое радиация?

(Просмотр видеоролика. Текст видео–ролика представлен в Приложении 1. После просмотра.)

– Что вы запомнили из ролика? *(Ответы учащихся.)*

– А запомнили ли вы, что:

- радиация повсюду: во всех живых организмах, в овощах и фруктах, земле, домах и т. д.;
- большие дозы радиации разрушают молекулы живого организма;
- α -, β -, γ -излучения обладают разной проникающей способностью;
- с помощью радиации стерилизуют фрукты и овощи.

– Ребята, вы должны запомнить главное: не нужно бояться радиации! Нужно соблюдать правила радиационной безопасности, и она вам будет не страшна!

– А знаете ли вы, где в повседневной жизни используется радиоактивное излучение? *(Ответы учащихся)*

(Примеры:

- *в медицине (лучевая терапия, флюорография, стоматология);*
- *в промышленности (контроль качества изделий, для стерилизации, пастеризации и дезинсекции пищевых продуктов).*)

– Скажите, а вы знаете, для чего нужны атомные электростанции? *(Ответы учащихся.)* На них вырабатывается электроэнергия, которую люди используют в повседневной жизни. Сердцем атомной электростанции является реактор. В реакторе происходит процесс, который называется цепной ядерной реакцией. В результате этой реакции выделяется энергия. Пока данная реакция находится под контролем внутри реактора, она безопасна для людей. Но стоит только произойти аварии в реакторе, и радиация вырывается наружу, причиняя вред всему живому: растениям, животным и человеку. Такой взрыв произошел много (почти 30) лет назад на Чернобыльской атомной электростанции.

Радионуклиды попали в окружающую среду: в леса и водоемы, на огороды, поля и луга.

– Но ученые разработали меры борьбы с радиацией. Например, поля посыпают специальными удобрениями и перепахивают. При этом на некоторых территориях все равно сохраняется повышенный радиационный фон. Он складывается из излучения от естественных и техногенных источников радиации.

– Как вы уже знаете, к естественному радиационному фону относится доза излучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека. Однако в результате деятельности человека появились дополнительные источники радиации. Вклад в техногенный радиационный фон дают испытания ядерного оружия и ядерная энергетика, а также использование фосфатных удобрений, добыча и переработка урановых руд и др.

– Для того чтобы узнать безопасно ли находиться в том или ином месте люди изобрели прибор дозиметр-радиометр. С его помощью можно измерить радиацию и определить радиационную обстановку. Нормальным радиационным фоном в среднем являются значения до 0,20 мкЗв/ч. Давайте измерим радиационный фон в кабинете и убедимся в том, что тут находиться безопасно.

(Проведение измерений и обсуждение результатов. Работа с информационным плакатом № 1 «Радиация вокруг нас» – Приложение 2.)

– С каждым годом после аварии радионуклидов становится меньше. Это происходит за счет того, что они рас-

падают естественным путем, а также переходят вглубь почвы. Существует такое понятие как период полураспада – это время, за которое имеющееся количество радионуклидов становится в два раза меньше. У каждого радионуклида свое значение периода полураспада. Значения колеблются от нескольких минут (азот-13 (^{13}N) – 10 минут) до миллиардов лет (уран-238 (^{238}U) – $4,5 \cdot 10^9$ лет).

– Радионуклиды находятся в почве, и поэтому растения, произрастающие на этих землях, могут накапливать в себе радиацию. Но на это способны не только растения. Грибы и животные также накапливают ее. Так как в лесах не проводят вспашку и не вносят специальные удобрения, то там радионуклиды находятся в самом верхнем слое почвы – лесной подстилке. Поэтому грибы и ягоды, собранные на таких территориях, чаще всего загрязненные. И в целях безопасности все продукты питания, полученные в личных подсобных хозяйствах (а также грибы и ягоды), нужно проверять на содержание радионуклидов. Это можно сделать на специальном приборе – гамма-радиометре. Давайте проведем измерения и узнаем, сколько же радионуклидов содержится в пробе (*зерне, грибах, ягодах, картофеле и т. д.*).

(Проведение измерений и обсуждение результатов. Работа с информационным плакатом № 2 «Содержание радионуклидов в продуктах питания» – Приложение 2.)

– Ребята, а вы знаете, как можно снизить риск потребления продуктов с повышенным содержанием радионуклидов? (*Учащиеся высказываются.*)

– Напоминаю Вам, что все грибы и ягоды, собранные в лесу, обязательно нужно проверять на специальном приборе – радиометре. Овощи с огорода нужно обязательно вымыть, а еще лучше – вымочить в воде некоторое время

(10–20 мин.). Их кулинарная обработка также ведет к снижению содержания радионуклидов.

(Работа с информационным плакатом № 3 «Как снизить дозу внутреннего облучения» – Приложение 2.)

– В организм человека радионуклиды могут попасть пероральным (поступление радионуклидов в организм через органы пищеварения), ингаляционным (поступление радионуклидов в организм через органы дыхания) и контактным (через поверхность кожи) путями. Однако основной путь их поступления – через употребленные продукты питания. Поэтому если все-таки радионуклиды попали в организм человека, то как это можно проверить? *(Учащиеся высказываются.)* Ученые также изобрели для этого специальный прибор. Называется он СИЧ – счетчик излучения человека. Давайте проведем измерения, кто будет добровольцем?

(Посадить добровольца, подключить приборы, начать измерение.)

– Проводя измерения на СИЧе, можно сказать, какую дозу облучения получит человек от перорального поступления радионуклидов. Если прибор покажет большие значения, – значит человек плохо соблюдал правила радиационной безопасности. Давайте посмотрим, в каких органах больше, а в каких меньше накапливается радиация.

(Работа с информационным плакатом № 4 «Воздействие радиации на организм человека» – Приложение 2.)

– Пока проводится измерение, давайте закрепим полученные знания, и все вместе ответим на несколько вопросов.

(Проведение тестирования. Тесты и пояснения к ним представлены в Приложении 3.)

– Пока мы с вами отвечали на вопросы, прибор провел измерения. Давайте посмотрим, что же мы получили. *(Обсуждение результатов.)*

– У вас есть вопросы?

(Вопросы учащихся, если таковые имеются.)

– Надеюсь, что теперь вы не будете бояться радиации и станете еще лучше соблюдать правила радиационной безопасности!

3. Используемое оборудование и приборы

ДОЗИМЕТР-РАДИОМЕТР МКС-АТ6130



Малогабаритный прибор, предназначенный для измерения мощности амбиентного эквивалента дозы и амбиентного эквивалента дозы рентгеновского и гамма-излучения, а также для измерения плотности потока бета-частиц с загрязненных поверхностей. В поисковом режиме измеряет скорость счета в имп/с.

Области применения:

- радиационно-защитные мероприятия при ядерных авариях;
- гражданская оборона;
- радиоэкология;
- пожарные службы;
- таможенные службы;
- дозиметрический контроль на промышленных предприятиях, в медицинских и других учреждениях;
- выявление радиоактивного загрязнения денежных знаков, документов, личных вещей, одежды и пр.

Принцип действия

Принцип действия прибора основан на измерении скорости счета импульсов, генерируемых в газоразрядном счетчике Гейгера-Мюллера под воздействием рентгеновского, гамма- и бета-излучения.

С устройством прибора и его работой Вы можете ознакомиться в инструкции для проведения измерений прибором МКС-АТ6130.

ГАММА-РАДИОМЕТР РКГ-АТ1320А



Высокочувствительные, широкодиапазонные избирательные сцинтилляционные гамма-радиометры спектрометрического типа предназначены для:

- измерения объемной и удельной активности ^{137}Cs в объектах окружающей среды;
- определения удельной активности природных радионуклидов ^{40}K в строительных материалах;
- измерения плотности потока

ионизирующих излучений, испускаемых с загрязненной радиоактивными веществами поверхности, – **поверхностной активности**.

Области применения:

- радиационный контроль в строительстве;
- мониторинг радиационно-опасных объектов и помещений;

- металлургическая промышленность;
- контроль сырья и продуктов питания;
- атомная промышленность.

Принцип действия

Принцип действия радиометров основан на регистрации излучений, сопровождающих распад радионуклидов.

С устройством прибора и его работой Вы можете ознакомиться в инструкции для проведения измерений прибором РКГ-АТ1320.



СПЕКТРОМЕТР ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА СКГ-АТ1316

Спектрометр излучения человека (СИЧ) СКГ-АТ1316 предназначен для экспресс-контроля и измерения активности гамма-излучающих радионуклидов в теле человека (в Бк/кг), а также оценки дозы внутреннего облучения (геометрия «сидя в кресле»).

Области применения:

Контроль населения и персонала для целей индивидуального дозиметрического контроля внутреннего облучения:

- обследование населения и персонала в период и после радиационных аварий;
- обследование персонала предприятий и учреждений, связанных с производством или использованием радиоактивных веществ.

Принцип действия

Работа СИЧ основана на регистрации гамма-излучения инкорпорированных радионуклидов спектрометрическим блоком детектирования и обработке спектрометрической информации аппаратно-программными средствами с целью определения радиометрических параметров внутреннего загрязнения, обследуемого с учетом его антропометрических особенностей. В состав прибора входит кресло для человека с несколькими сцинтилляционными детекторами для различных частей тела. С использованием специальных коэффициентов можно расчетным путем оценить дозу внутреннего облучения конкретного человека.



Калибровка СИЧ на фантоме



Измерительная процедура

4. Литература для подготовки:

1. Рекомендации по проведению информационной работы по чернобыльской тематике на базе местных информационных структур. – О. В. Соболев [и др.]; под общ.ред. З. И. Трафимчик. – Минск: «Институт радиологии», 2012. – 112 с.
2. Рекомендации по безопасному проживанию и ведению личного подсобного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории. – Гомель: «Институт радиологии», 2007. – 100 с.
3. Памятка: Мясо. Важный продукт питания. / Подготовлено Комитетом по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при содействии программы Тасис Европейского Союза.
4. Памятка: Молоко. Основной продукт питания. / Подготовлено Комитетом по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при содействии программы Тасис Европейского Союза.
5. Памятка: Грибы. Традиционный продукт питания. / Подготовлено Комитетом по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при содействии программы Тасис Европейского Союза.
6. Если вы живете на загрязненной радионуклидами территории. Памятка для населения. – Минск: Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, 2000.

7. Чернобыльская радиация в вопросах и ответах. – М. : Изд-во «Комтехпринт», 2005. – 32 с.
8. О радиации популярно / Е. К. Хандогина [и др.]. – М : Изд-во «Комтехпринт», 2005. – 32 с.
9. Хандогина, Е. К., Бархударов, Р. М., Мелихова, Е. М., Иванов М. Ю. О радиации популярно. М. : Изд-во «Комтехпринт», 2006. – 48 с.
10. Четверть века после Чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь./Департамент по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь. – Минск: Институт радиологии, 2011. – 112 с.
11. Гурачевский, В.Л. Радиационный контроль: физические основы и приборная база / В.Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2010. – 160 с.
12. Азбука радиационной защиты. – М. : Изд-во «Комтехпринт», 2005. – 44 с.

ИНФОРМАЦИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННАЯ В ВИДЕО-РОЛИКЕ

Насколько страшна радиация?

На свете много опасностей, но из них радиация самая загадочная и непонятная. И это неудивительно, с тех пор как появилось ядерное оружие, все радиоактивное стало ассоциироваться со смертью, подземными бункерами и правительственными секретами.

Но насколько на самом деле страшна радиация?

Большинство людей при этом слове впадает в панику. Но на самом деле мы окружены радиацией со всех сторон: ее излучает небо, земля, дома, другие люди и даже бананы. Например, за ночь от спящего рядом человека, вы получите вот такую дозу радиации (разовая доза – 0,05 мкЗв), от одного банана – в два раза больше (разовая доза – 0,1 мкЗв), а вот такую дозу каждый из нас получает ежедневно (разовая доза – 10 мкЗв), рентген груди – двухдневная фоновая доза (доза – 20 мкЗв), а столько мы получим от полета из Москвы до Иркутска (доза – 40 мкЗв), ведь в самолете мы немного ближе к космосу (время перелета ~ 6 часов).

Радиоактивны камень, бетон и кирпич, из которых сделаны наши дома (годовая доза – 70 мкЗв). Но это ерунда! От калия (радиоактивный изотоп ^{40}K) в нашем собственном теле мы ежедневно получаем дозу еще в 6 раз больше (годовая доза – 390 мкЗв), и, наконец, вот доза, которую обычный человек получает ежегодно (годовая доза – 3000 мкЗв),

примерно 3 мЗв (1 мЗв = 1000 мкЗв). Для сравнения, большинство жителей зоны отчуждения в Фукусиме получили дополнительную дозу в 1 мЗв — это в 7 раз меньше обычной томографии (разовая доза – 7 мЗв) и в 50 раз меньше допустимой ежегодной дозы для работников на опасном производстве (доза – 50 мЗв). Считается, что вредные дозы начинаются со 100 миллизивертов, а смертельные – с 5 тысяч (доза – 5000 мЗв). Теперь вы понимаете, что при слове «радиация» не стоит каждый раз впадать в панику. Также как тепловое и микроволновое излучение, радиация тоже может убить, но далеко не всегда.

Но как она действует?

Обычно люди представляют себе радиацию как яд, который просачивается всюду и заражает все к чему прикасается, но в реальности радиация скорее не яд, а пуля. Мы знаем – что угодно может превратиться в снаряд, если его как следует разогнать, например, обычная птица (двигаясь со скоростью 70 км/ч) при встрече с самолетом (движущимся со скоростью 750 км/ч) пробивает бронированные стекла и разрушает двигатели. Также и радиация — это частица, которая летит на огромной скорости (15 000–300 000 км/с). Сама частица может быть почти любой: от атомного ядра (α -излучение) до электрона (β -излучение) или фотона (γ -излучение). Иногда эти частицы-«пули» сталкиваются с атомами с такой силой, что выбивают из них электроны, вот почему радиация называется «ионизирующее излучение». Когда много таких «микрорпуль» попадает в живой организм, они разрушают его молекулы, некоторые клетки погибают, а другие выживают, но с поврежденным кодом ДНК. Когда таких повреждений и мутаций накапливается слишком много, некоторые из «сломанных» клеток могут

стать раковыми, а другие передать неправильный ДНК потомству. Но если есть «пули», значит есть и «стрелки» (чаще всего это радиоактивные изотопы), нестабильные версии химических элементов, которые «стреляют» частицами высокой энергии. При этом, некоторые из них быстро расходуют «патроны» и «выдыхаются» всего за несколько минут или дней (радиоактивный изотоп ^{131}I), а другие излучают куда слабее, но сотнями, тысячами или даже миллиардами лет. Это называется «периодом полураспада». Например, период полураспада урана – 4,5 миллиарда лет, поэтому горсть урановой руды не более радиоактивна, чем гроздь бананов, и даже чистый уран можно держать в руках, главное после этого их помыть. А вот у Полония-210 (радиоактивный изотоп ^{210}Po) период полураспада всего 5 месяцев, поэтому 1 грамм может убить миллион человек.

Наконец, опасность частиц-«пуль» зависит от пробивной силы, например, радиоизотопы, которые «стреляют» альфа- и бета-излучением, не могут пробить даже наружный слой кожи или пару сантиметров воздуха, но если они попадают внутрь организма с пылью, едой или водой они беспощадно «расстреливают» клетки в упор. Гамма-излучение «пронизывает» человека насквозь, но и угодить под нее гораздо сложнее. Собственно, сама по себе радиация не заразна, например, мощными дозами излучения тех же самых изотопов часто стерилизуют фрукты и овощи, а также лечат людей (используют радиоактивные изотопы ^{137}Cs (цезий) и ^{60}Co (кобальт)). Но ни те, ни другие не становятся радиоактивными, но если бы к ним внутрь попал «десантник»-радиоизотоп, то все кончилось бы плохо.

Кроме того, страх перед радиацией может быть вреден для здоровья, ведь ее нельзя почувствовать. Например, почти все жители окрестности Чернобыля, Три-Майл-

Айленд и Фукусимы, не получили опасных доз радиации, но врачи заметили, что очень многие из них становились фаталистами. Они ставили на себе и своем здоровье крест, люди впадали в депрессию, боялись рожать детей, начинали страдать радио-фобией или поддавались вредным привычкам. Их подкосила не радиация, а неизвестность.

Выходит, что в любом случае самый верный способ избежать вреда от радиации — это знания, ведь вы и сами знаете, что паника и безразличие одинаково бесполезны в любой жизненной ситуации.

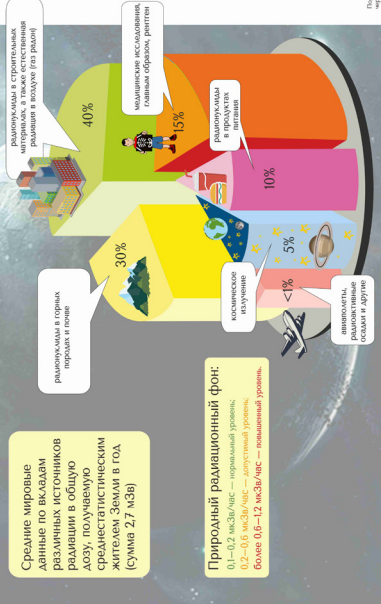
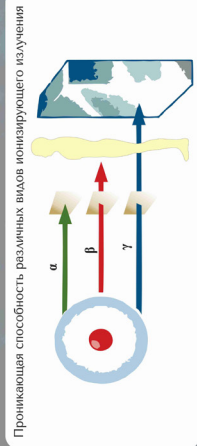
Приложение 2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПЛАКАТЫ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ
ПО ОСНОВАМ РАДИАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПЛАКАТ № 1 «РАДИАЦИЯ ВОКРУГ НАС»

РАДИАЦИЯ

Под радиационным фоном понимают ионизирующее излучение от природных источников космического и земного происхождения, а также от искусственных радиоизотопов, рассеянных в окружающей среде в результате деятельности человека.



ВОКРУГ НАС

Основные радиологические единицы

Число падающих яблок за определенное время можно сравнить в Беккерелях (количество распадов в секунду для любого радиоизотопа)

Число яблок, которые упали на спящего, можно сравнить с поглощенной дозой в Фрэнк, поглощенная доза — количество энергии ионизирующего излучения, поглощенной единицей массы какого-либо вещества (например, тканями организма)

Эффект на тело с учетом размера или массы яблок, а также мест их попадания, можно сравнить с эффективной дозой в Зивертгах (эффективная доза учитывает как неодинаковую радиационную чувствительность каждого органа или ткани, так и различия в поглощении. Специальными способами также эквивалентная доза, которая вводится для отдаленного органа или ткани и учитывает только тип излучения)



Антуан-Мари Беккерель (15 декабря 1852—25 августа 1908)



Лиза Мейтнер (грей (10 октября 1878—3 июля 1968))



Роза Максимилиана Зиверт (6 мая 1894—3 октября 1969)

$1 \text{ Зв} = 1000 \text{ мЗв} = 1\,000\,000 \text{ мкЗв}$
 $1 \text{ мЗв} = 0,001 \text{ Зв} = 1 \times 10^{-3} \text{ Зв}$
 $1 \text{ мкЗв} = 0,000\,001 \text{ Зв} = 1 \times 10^{-6} \text{ Зв}$

Подготовлено в рамках проекта «Информационный плакат № 1 «Радиация вокруг нас» в рамках выполнения Программы совместной деятельности по сотрудничеству в области образования в рамках Соглашения о сотрудничестве на период до 2018 года.

КОММЕНТАРИИ И ДОПОЛНЕНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ПЛАКАТУ № 1 «РАДИАЦИЯ ВОКРУГ НАС»

Радиоактивные превращения протекают с изменением строения, состава и энергетического состояния ядер атомов и сопровождаются испусканием или захватом заряженных или нейтральных частиц, а также выделением коротковолнового излучения электромагнитной природы (кванты гамма-излучения). Эти испускаемые частицы и кванты носят общее название радиоактивных (или ионизирующих) излучений, а элементы, ядра которых могут по тем или иным (естественным или искусственным) причинам самопроизвольно распадаться, называются радиоактивными или же радионуклидами.

Нуклид – разновидность атома, характеризующаяся числом протонов и нейтронов, а в некоторых случаях – энергетическим состоянием ядра. Нуклиды могут быть стабильными и нестабильными, т.е. радиоактивными.

Радионуклид – нуклид, испускающий ионизирующее излучение. Из 2500 нуклидов, известных в настоящее время, стабильными являются только 271 нуклид. Остальные нуклиды (90%!) нестабильны, т.е. радиоактивны. Путем одного или нескольких последовательных распадов, сопровождающихся испусканием частиц или γ -квантов, они превращаются в стабильные нуклиды.

Радиация или ионизирующее излучение – это частицы или гамма-кванты, энергия которых достаточно велика, чтобы при воздействии на вещество создавать ионы разных знаков.

Ионизирующее излучение – поток заряженных или нейтральных частиц или квантов электромагнитного из-

лучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению его атомов или молекул.

Альфа-частицы (${}^2_4\text{He}$ – ядра атомов гелия), вылетая из ядра со скоростью порядка 20000 км/с, они способны в воздухе преодолеть расстояние 8–9 см. Проникающая способность α -частиц невелика. Их способен остановить лист бумаги. В биологическую ткань α -частицы проникают на глубину всего в несколько десятков микрон.

Бета-распад представляет собой превращение ядер с испусканием электронов или позитронов. Энергия β -частиц позволяет им пролететь в воздухе несколько метров, а в биологической ткани – на глубину 1–2 см, что может вызвать ожоги.

Гамма-излучение – ионизирующее коротковолновое электромагнитное излучение (испускание фотонов). γ -лучи обладают наибольшей проникающей способностью. Защититься от них можно листом свинца, толщина которого зависит от энергии излучения.

Под **радиационным фоном** понимают ионизирующее излучение от природных источников космического и земного происхождения, а также от искусственных радионуклидов, рассеянных в окружающей среде в результате деятельности человека.

Источники излучения подразделяются на природные (естественные) и искусственные.

Естественные: космическое излучение, земные источники излучения.

Искусственные: ядерные испытания, медицина, атомная энергетика, другие источники облучения (сжигание угля на тепловых электростанциях; залежи фосфатов, содержащие относительно высокие концентрации радиоактивных веществ и т. д.).

Радиационный уровень, который соответствует природному фону, составляет 0,1–0,2 мкЗв/час и считается нормальным, уровень 0,2–0,6 мкЗв/час считается допустимым, а уровни более 0,6–1,2 мкЗв/час считаются повышенными.

Средние мировые данные по вкладу различных источников радиации в общую дозу, получаемую средне-статистическим жителем Земли (сумма 2,7 мЗв):

40% – радиоактивное излучение из строительных материалов, а также естественная радиация в воздухе;

30% – излучение от радионуклидов в горных породах и почве;

15% – медицинские исследования, главным образом, рентген;

10% – продукты питания;

5% – космическое излучение;

<1% – авиаполеты, радиоактивные осадки и другие.

Основные радиологические величины и единицы			
Величина	Наименование и обозначение единицы измерения		Соотношения между единицами
	Внесистемные	СИ	
Активность нуклида, А	Кюри (Ки, Ci)	Беккерель (Бк, Вq)	1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк 1 Бк = 1 расп/с 1 Бк = $2,7 \cdot 10^{-11}$ Ки
Экспозиционная доза, X	Рентген (Р, R)	Кулон/кг (Кл/кг, C/kg)	1 Р = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг 1 Кл/кг = $3,88 \cdot 10^3$ Р
Поглощенная доза, D	Рад (рад, rad)	Грей (Гр, Gy)	1 рад = 0,01 Гр 1 Гр = 1 Дж/кг
Эквивалентная доза, H	Бэр (бэр, rem)	Зиверт (Зв, Sv)	1 бэр = 0,01 Зв 1 Зв = 100 бэр

Радиоактивность – свойство некоторых нуклидов подвергаться радиоактивному распаду.

ЕДИНИЦЫ АКТИВНОСТИ И ДОЗЫ

Беккерель (Бк, Bq)

Один беккерель соответствует одному распаду в секунду для любого радионуклида.

Грей (Гр, Gy)

Представляет собой количество энергии ионизирующего излучения, поглощенной единицей массы какого-либо физического тела, например, тканями организма (поглощенную дозу).

Зиверт (Зв, Sv)

Представляет собой единицу поглощенной дозы, умноженную на коэффициент, учитывающий неодинаковую радиационную опасность для организма разных видов ионизирующего излучения (эффективную дозу).

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Антуан Анри Беккерель (фр. Antoine Henri Becquerel; 15 декабря 1852—25 августа 1908) — французский физик, лауреат Нобелевской премии по физике и один из первооткрывателей радиоактивности. В 1896 году Беккерель случайно открыл радиоактивность во время работ по исследованию фосфоресценции в солях урана. Он завернул флюоресцирующий материал — уранилсульфат калия — в непрозрачный материал вместе с фотопластинками при подготовке к эксперименту. Однако еще до осуществления эксперимента Беккерель обнаружил, что фотопластинки были полностью засвечены. Это открытие побудило Беккереля к исследованию спонтанного испускания ядерного излучения.

Льюис Харольд Грэй (англ. Louis Harold Gray; 10 ноября 1905 г.—9 июля 1965 г.) — английский физик, рабо-

тавший в области воздействия радиации на биологические организмы, один из родоначальников радиобиологии. Одним из научных результатов являлось определение поглощенной дозы радиации, единица измерения которой в Международной системе единиц (СИ) впоследствии получила в честь него наименование «грей» (англ. «gray»).

Рольф Максимилиан Зиверт (нем. Rolf Maximilian Sievert; 6 мая 1896 г.—3 октября 1966 г.) — шведский радиоп физик, изучавший воздействие радиоактивного излучения на биологические организмы, один из родоначальников науки радиобиологии. В 1979 году в честь Рольфа Зиверта названа единица измерения (СИ) эффективной и эквивалентной доз ионизирующего излучения — зиверт (Зв, Sv).

КОММЕНТАРИИ И ДОПОЛНЕНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ПЛАКАТУ № 2 «СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ»

Радиационный контроль Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь – это система мероприятий по контролю радиоактивного загрязнения продуктов питания, сельскохозяйственной продукции и других объектов внешней среды.

Радиационный контроль осуществляют:

- *Государственная ветеринарная служба* – продукция животноводства, производимая в общественном секторе и фермерских хозяйствах, в т. ч. реализуемая на экспорт; рационы кормления животных; продукция, реализуемая на рынках.
- *Агрохимическая служба* – почва сельскохозяйственных и лесных угодий колхозов, совхозов и фермерских хозяйств; продукция растениеводства, в т. ч. корма; торф, применяемый в качестве удобрений.
- *Радиологические посты и лаборатории перерабатывающих предприятий* – сырье, поступающее на переработку; готовая продукция.
- *Радиологи хозяйств* – прижизненный контроль сельскохозяйственных животных; отбор и доставка проб продукции животноводства и растениеводства в соответствующие радиологические лаборатории.

Ответственность за состояние радиационного контроля несут руководители предприятий и организаций, осуществляющих радиационный контроль.

РЕСПУБЛИКАНСКИЕ ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ (РДУ-99)

Гигиенический норматив 10-117-99

Основные положения

Настоящие гигиенические нормативы разработаны с целью дальнейшего снижения доз внутреннего облучения населения Республики Беларусь, что достигается ограничением поступления радионуклидов с продуктами питания.

РДУ-99 регламентируют содержание радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах, включая импортные.

Действие РДУ-99 распространяется на всю территорию Республики Беларусь.

Превышение регламентируемых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания дает основание уполномоченным органам запретить реализацию населению данных продуктов через торговую сеть, в сеть общественного питания.

Контроль за содержанием радионуклидов в продуктах питания осуществляется в соответствии с требованиями Положения о контроле радиоактивного загрязнения от чернойбыльской катастрофы в Республике Беларусь, утвержденного приказом Министерства по чрезвычайным ситуациям от 06.02.1995 № 5 (зарегистрировано в Реестре государственной регистрации 28.02.1995 № 767/12), а также в соответствии с утвержденными министерствами и ведомствами положениями и программами радиационного контроля.

Нормируемые величины
Для цезия-137:

№ п/п	Наименование продукта	Бк/кг, Бк/л
1.	Вода питьевая	10
2.	Молоко и цельномолочная продукция	100
3.	Молоко сгущенное и концентрированное	200
4.	Творог и творожные изделия	50
5.	Сыры сычужные и плавленые	50
6.	Масло коровье	100
7.	Мясо и мясные продукты, в том числе:	
7.1	Говядина, баранина и продукты из них	500
7.2	Свинина, птица и продукты из них	180
8.	Картофель	80
9.	Хлеб и хлебобулочные изделия	40
10.	Мука, крупы, сахар	60
11.	Жиры растительные	40
12.	Жиры животные и маргарин	100
13.	Овощи и корнеплоды	100
14.	Фрукты	40
15.	Садовые ягоды	70
16.	Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод садовых	74
17.	Дикорастущие ягоды и консервированные продукты из них	185
18.	Грибы свежие	370
19.	Грибы сушеные	2500
20.	Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	37
21.	Прочие продукты питания	370

Для стронция-90:		
№ п/п	Наименование продукта	Бк/кг, Бк/л
1.	Вода питьевая	0,37
2.	Молоко и цельномолочная продукция	3,7
3.	Хлеб и хлебобулочные изделия	3,7
4.	Картофель	3,7
5.	Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	1,85

Для продуктов питания, потребление которых составляет менее 5 кг/год на человека (специи, чай, мед и др.), устанавливаются допустимые уровни в 10 раз более высокие, чем величины для прочих пищевых продуктов.

К специализированным продуктам питания – детского питания – относятся продукты промышленного производства, вырабатываемые по нормативной документации на продукты детского питания и имеющие специальную маркировку, а также продукция детских молочных кухонь.

Для колбасных, мясных изделий и мясных консервов, в рецептуры которых входит конина, мясо диких животных, устанавливаются величины, как для говядины.

Для макаронных изделий устанавливаются величины, как для хлеба и хлебобулочных изделий.

РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ДАРОВ ЛЕСА

Действующая система радиационного контроля предназначена для исключения возможности поступления в торговую сеть продуктов питания с содержанием радионуклидов, превышающим Республиканские допустимые

уровни содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). На всех предприятиях пищевой промышленности г. Минска созданы посты радиационного контроля и организован радиационный контроль за поступающим сырьем и готовой продукцией, выпускаемой предприятиями.

Однако по-прежнему не исключена вероятность сбора ягод и грибов с повышенным содержанием радионуклидов при их заготовке населением.

В силу своих биологических особенностей грибы хорошо поглощают ^{137}Cs и по накопительной способности значительно превосходят лесные растения.

Содержание ^{137}Cs в грибах всегда выше, чем в почвах, на которых они произрастают.

По способности накапливать ^{137}Cs грибы условно можно разделить на четыре группы:

1. **Аккумуляторы:** горькушка, колпак кольчатый (курочка), гриб польский, масленок, моховики. В плодовых телах этих грибов даже при загрязнении почв, близких к фоновому значению ($0,1 - 0,2 \text{ Ки/км}^2$), содержание ^{137}Cs может превышать допустимый уровень (370 Бк/кг). Поэтому собирать грибы этой группы не рекомендуется.

2. **Сильнонакапливающие:** грузди, скрипица, волнушки, зеленка, решетник, сыроежки. Собирать грибы этой группы допускается при плотности загрязнения почв до 1 Ки/км^2 с обязательным радиометрическим контролем.

3. **Средненакапливающие:** лисичка настоящая, рядовка серая (подзеленка), белый гриб, подберезовик, подосиновик, сморчок, рыжик.

4. **Слабонакапливающие:** опята, гриб-зонтик, дождевики, шампиньоны.

Заготовку грибов, относящихся к средне- и слабонакапливающим радиоцезий группам, рекомендуется проводить в лесах с плотностью загрязнения почв до 2 Ки/км² с обязательным радиометрическим контролем.

По способности накапливать ¹³⁷Cs ягоды условно можно разделить на три группы:

- **Сильнонакапливающие:** брусника, голубика, клюква, черника.
- **Средненакапливающие:** земляника, рябина.
- **Слабонакапливающие:** ежевика, калина, малина.

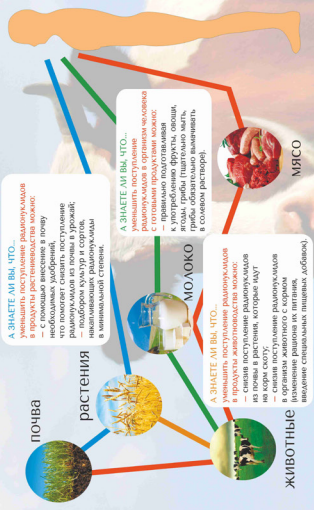
Заготовка дикорастущих ягод допускается в лесах с плотностью загрязнения почв ¹³⁷Cs до 2 Ки/км² с обязательной проверкой их на содержание радионуклидов.

ВАЖНО ПОМНИТЬ!

Различные способы приготовления пищи могут приводить как снижению (варка, вымачивание), так и концентрированию (сушка, вяление) радионуклидов в готовых к употреблению продуктах.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПЛАКАТ № 3 «КАК СНИЗИТЬ ДОЗУ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ»

Пути поступления радионуклидов в продукты питания



Правильное питание повышает устойчивость организма к воздействию радиации и других вредных экологических факторов. Необходимо употреблять в пищу продукты:

- богатые **пектинами** (свежая морковь, тыква, баклажан, яблоко, груша, шпинат, капуста, морковь, лук, чеснок, черника, смородина — способствуют выведению радионуклидов из организма;
- богатые **кальцием** (фасоль, горох, бобы, картофель, сухофрукты) — препятствуют отложению в организме радиоактивного цезия;
- богатые **кальцием** (молоко, яйца, бобы) — препятствуют отложению в организме радиоактивного стронция;
- богатые **йодом** (морская капуста, жирная рыба, моллюски и др.) — препятствуют отложению в организме радиоактивного йода.

ПОМНИТЕ! ОСНОВНОЕ КОЛИЧЕСТВО РАДИОНУКЛИДОВ ПОПАДАЕТ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА С ПРОДУКТАМИ ПИТАНИЯ! ПРОДУКТЫ, СОБРАННЫЕ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, НЕОБХОДИМО ПРОВЕРЯТЬ НА СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ. ЭТО МОЖНО СДЕЛАТЬ В ПУНКТАХ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ!

КАК ПОДГОТОВИТЬ К УПОТРЕБЛЕНИЮ ОВОЩИ, ФРУКТЫ, ЯГОДЫ, ГРИБЫ, ЧТОБЫ СНИЗИТЬ В НИХ СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ?

капучинчик, соевые орешки	тыуниче	барка	выжаривание	переработать молоко на жирные продукты (сыр, творог, сметана)	готовить творог, сыр	полностью исключить из употребления в пищу продукты питания

КАК УМЕНЬШИТЬ ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИЕЙ?

КАК ПРИГОТОВИТЬ МЯСО, ЧТОБЫ УМЕНЬШИТЬ СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ГОТОВЫХ ПРОДУКТАХ?

- Мясо желательно нарезать на небольшие кусочки и замочить в рассоле, при этом рассол несколько раз менять.
- Мясо рекомендуется отваривать. При обычной варке из мяса в бульон переходит 50% радионуклидов, а из костей — 1%.

При жарке мяса содержание радионуклидов не уменьшается.
 Мясо разных животных по-разному накапливает радионуклиды: в свинине радионуклидов содержится значительно меньше, чем в баранине, говядине и мясе птицы.
 Цезий (¹³⁷Cs) накапливается преимущественно в мясе животных, строящий (⁹⁰Sr) — в костях.
 Способность накапливать цезий в отдельных органах и тканях животных увеличивается в ряду:

жир → мозги → мышцы → легкие → сердце → селезенка → печень → почки

Публикации финансируются Министерством образования и науки Республики Беларусь. Проект реализуется в рамках государственной программы «Развитие образования на 2019–2026 годы».

КОММЕНТАРИИ И ДОПОЛНЕНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ПЛАКАТУ № 3 «КАК СНИЗИТЬ ДОЗУ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ»

Основной путь поступления радионуклидов в организм человека – по пищевым цепочкам: растение–человек, растение–животное–человек.

Защитить организм от попадания радионуклидов с пищей можно на трех этапах:

- 1) при получении сельхозпродукции;
- 2) при грамотном приготовлении пищи;
- 3) при употреблении в пищу определенных продуктов и пищевых добавок.

Уменьшить поступление радионуклидов в продукты растениеводства вы можете:

- с помощью внесения в почву необходимых удобрений, что помогает снизить поступление радионуклидов из почвы в урожай;
- подбором культур и сортов, накапливающих радионуклиды в минимальной степени.

Уменьшить поступление радионуклидов в продукты животноводства вы можете:

- снизив поступление радионуклидов из почвы в растения, которые идут на корм скоту;
- снизив поступление радионуклидов в организм животного с кормом (изменение рациона их питания, введение специальных кормовых добавок).

Уменьшить поступление радионуклидов в организм человека с готовыми продуктами вы можете:

- правильно подготовив к употреблению фрукты, овощи, ягоды, грибы (тщательно мыть, очищать от кожуры; грибы обязательно вымачивать в подсоленной соде с добавлением уксуса или лимонной кислоты).

Снизить содержание радионуклидов, уже попавших в организм, и, тем самым, уменьшить отрицательное действие радиоактивного излучения на здоровье человека, вы можете, употребляя продукты питания, связывающие радионуклиды и ускоряющие их выведение из организма, а именно:

- богатые пектинами (свекла, редис, морковь, перец сладкий, тыква, баклажаны, яблоки, абрикосы, айва, вишня, слива, груша, облепиха, лимоны, мандарины, апельсины, персики, крыжовник, клюква, черника, смородина, груша, черешня, дыня, арбуз. Пектины содержатся в зефире, пастиле, мармеладе.) – способствуют выведению радионуклидов из организма;
- богатые калием (фасоль, горох, бобы, картофель, сухофрукты) – препятствуют накоплению в организме цезия;
- богатые кальцием (молоко, яйца, бобовые) – препятствуют накоплению в организме стронция;
- богатые йодом (морская капуста, жирная рыба, моллюски и др.) – препятствуют накоплению в организме радиоактивного йода.

**ПОМНИТЕ! ОСНОВНОЕ КОЛИЧЕСТВО
РАДИОНУКЛИДОВ ПОПАДАЕТ В ОРГАНИЗМ
ЧЕЛОВЕКА С ПРОДУКТАМИ ПИТАНИЯ!**

Кулинарная обработка продуктов, произведенных в зоне радионуклидного загрязнения

Как переработать молоко, чтобы уменьшить поступление радионуклидов в организм человека с молочной продукцией?

- Перерабатывать молоко на жирные молочные продукты (сметана, масло).
- Готовить творог, сыры.
- Молочную сыворотку полностью исключить из употребления в пищу.

Как приготовить мясо, чтобы уменьшить содержание радионуклидов в готовых продуктах?

- Мясо разных животных по-разному накапливает радионуклиды: в свинине радионуклидов содержится значительно меньше, чем в баранине, говядине и мясе птицы.
- Цезий накапливается преимущественно в мясе животных, $\frac{3}{4}$ стронция – в костях.
- Накопление цезия в отдельных органах и тканях животных уменьшается в ряду: почки, печень, селезенка, сердце, легкие, мышцы, мозги, жир.
- Мясо желательно нарезать на небольшие кусочки и замочить в рассоле, при этом рассол несколько раз менять.
- Мясо рекомендуется отваривать. При обычной варке из мяса в бульон переходит 50% радионуклидов, а из костей – 1%. Это необходимо учитывать при приготовлении первых блюд. При жар-

ке мяса содержание радионуклидов в мясе не уменьшается.

Как подготовить к употреблению и переработать овощи, фрукты, ягоды, грибы?

- Квашение, маринование, соление приводит к снижению содержания радиоактивных веществ в продуктах на 15–20%. Рассолы и маринады использовать в пищу не рекомендуется, поскольку в них переходит большая часть радионуклидов.
- Картофель желательно отваривать – при варке картофеля, очищенного от кожуры, содержание цезия в нем уменьшается на 60–80%.
- Грибы перед приготовлением обязательно надо вымочить в солевом растворе с добавлением уксуса или лимонной кислоты, затем промыть и прокипятить. Первый отвар не использовать.

**ПРОВЕРЯЙТЕ ПРОДУКТЫ НА
СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ!
ЭТО МОЖНО СДЕЛАТЬ В ПУНКТАХ
РАДИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ.**

КОММЕНТАРИИ И ДОПОЛНЕНИЯ
К ИНФОРМАЦИОННОМУ ПЛАКАТУ № 4
«ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ
НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА»

Поражение организма в результате вредоносного воздействия радионуклидов определяются двумя факторами:

- радиочувствительностью тканей и органов;
- поглощенной дозой излучения и ее распределением по времени.

Радиочувствительность – восприимчивость клеток, тканей, органов или организмов к воздействию ионизирующего излучения. Мерой радиочувствительности служит доза излучения, вызывающая определенный уровень повреждения облучаемых объектов.

Органная радиочувствительность зависит от радиочувствительности тканей, которые этот орган образуют.

Критерии повреждения облучаемого органа:

- уменьшение массы органа;
- снижение функционирования органа (мышечная слабость);
- снижение количества специфических клеток.

Классификация органов по радиочувствительности:

- самые радиочувствительные (лимфоидные органы, красный костный мозг, половые железы, тонкий кишечник);
- средняя степень радиочувствительности (кожа, эндокринные железы);
- радиорезистентные (печень, почки, головной мозг).

Критические органы – это жизненно важные органы и системы, которые повреждаются первыми в данном диапазоне доз, что ведет к гибели организма в определенные сроки после облучения.

В зависимости от критического органа выделяют 3 основных радиационных синдрома:

- Костно-мозговой – развивается при облучении в диапазоне доз 1–10 Гр, средняя продолжительность жизни не более 40 суток, на первый план выступает нарушение процессов кроветворения.
- Желудочно-кишечный – развивается при облучении в диапазоне доз 10–80 Гр, средняя продолжительность жизни около 8 суток, ведущим является поражение кишечника.
- Церебральный – развивается при облучении в дозах более 80–100 Гр, продолжительность жизни менее 2 суток, развиваются необратимые изменения в центральной нервной системе.

Реакция организма на дозу однократного облучения:

До 100 мЗв – доза, при которой положительные или отрицательные изменения здоровья не регистрируются.

Более 200 мЗв – доза, увеличивающая риск развития различных заболеваний, включая раковые (риск растет с увеличением дозы).

Более 1000 мЗв – доза, вызывающая лучевую болезнь.

Лучевая болезнь – повреждение организма, вызванное большой дозой радиационного излучения, полученного в течение короткого периода времени (острая лучевая болезнь – ОЛБ). Хроническая лучевая болезнь – развивается в результате длительного непрерывного или фракци-

онированного облучения организма в дозах 0,1–0,5 Гр/сут при суммарной дозе, превышающей 0,7–1 Гр.

Количество радиации, поглощаемой телом, определяет степень и тяжесть поражения. Лучевая болезнь – серьезное состояние, нередко со смертельным исходом.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОЛБ

Степень лучевой болезни	Эквивалентная доза	Первичная реакция	Скрытый период	Разгар болезни	Исход болезни
Легкая	1–2 Зв	Продолжительность 1–3 дня. Слабость, головная боль, тошнота, рвота	Продолжительность 3–5 недель. Состояние вполне удовлетворительное	Состояние удовлетворительное. Слабость, головная боль, тошнота	Выздоровление через 1–2 месяца, полное восстановление состава крови – через 2–4 месяца
Средняя	2–3 Зв	Продолжительность 1–3 дня. Эмоциональное возбуждение, переходящее в депрессию; слабость, головная боль, тошнота, рвота	Продолжительность 2–3 недели. Состояние удовлетворительное, но отмечается слабость, бессонница	Продолжительность 2–3 недели. Общая слабость, бессонница, повышение температуры до 38°C, кожные кровотечения, инфекционные осложнения	Выздоровление через 2–3 месяца, восстановление крови через 3–5 месяца. В результате осложнений может быть смертельный исход
Тяжелая	3–6 Зв	Продолжительность 2–4 суток. Через 10–60 минут многократная неукротимая рвота в течение 4–8 часов, резкая слабость, жажда, расстройство желудка, повышение температуры до 39°C	Продолжительность до 10 суток. Слабость, бессонница, головная боль	Продолжительность 2–3 недели. Состояние тяжелое, озноб, температура до 40°C, кровоизлияния и кровотечения, истощение, инфекционные септические осложнения	Выздоровление возможно при своевременном лечении через 5–10 месяцев. При осложнениях смерть наступает через 10–35 суток
Крайне тяжелая	Свыше 6–7 Зв	Через 10–15 минут неукротимая рвота в течение 5–6 часов, затемнение сознания, понос, высокая температура	Отсутствует	Усиление первичных реакций, непроходимость кишечника, перитонит, нарушение водно-солевого обмена.	Смерть через 5–10 суток
Очень высокая	Более 10 Зв	Смерть наступает во время облучения			

Тесты для закрепления знаний, полученных в ходе занятия по основам радиационной безопасности

Тест 1–4 классы

1. Выберите верные утверждения:

- А) человек излучает радиацию;
- Б) радиация не имеет запаха, цвета, вкуса;
- В) нельзя есть загрязненные продукты;
- Г) радиацию нужно бояться.



А)



Б)



В)



Г)

2. Знак радиационной опасности – это:



А)



Б)



В)



Г)

3. Можно ли употреблять грибы и ягоды, собранные на загрязненных территориях, без измерения радиации на приборе?

- А) да;
- Б) нет.



4. Чем мы измеряем радиацию в продуктах питания?

- А) СИЧ;
- Б) дозиметр;
- В) рентгеновский аппарат;
- Г) радиометр.



А)



Б)



В)



Г)

5. Что помогает уменьшить поступление радионуклидов в организм?

- А) прием витаминов;
- Б) прививки;
- В) мытье и правильное приготовление продуктов;
- Г) занятия спортом.



А)



Б)



В)



Г)

6. Где содержится много йода?

- А) морская капуста;
- Б) банан;
- В) гречневая каша;
- Г) рыба;
- Д) хурма;
- Е) морковь.



- А) Б) В) Г) Д) Е)

Пояснения к тесту 1–4 классы

Правильные ответы:

Вопрос 1. **А, Б, В.**

Вопрос 2. **Б.**

Вопрос 3. **Б.**

Вопрос 4. **Г.**

Вопрос 5. **А, В, Г.**

Вопрос 6. **А, Г, Д.**

1 вопрос:

А) Радиоактивные вещества естественного происхождения присутствуют в окружающей среде. Наше тело содержит радиоактивные изотопы ^{14}C , ^{40}K , ^{210}Po .

Б) Радиация не имеет ни цвета, ни запаха, ни вкуса. Она невидима.

В) Продукты из загрязненных территорий обязательно должны быть проконтролированы на содержание радионуклидов с целью обеспечения их безопасности для здоровья человека. Продукты, в которых содержание радионуклидов превышает допустимые уровни (РДУ-99), нельзя употреблять в пищу.

Г) Радиацию не нужно бояться. Радиация является постоянным спутником жизни человека. Мы живем в мире, в котором радиация присутствует повсюду. Свет и тепло ядерных реакций на Солнце являются необходимыми условиями нашего существования. Радиация на службе у человека (медицина, атомная промышленность).

2 вопрос:

Указанные предупреждающие знаки обозначают:

- А) Высокое напряжение
- Б) Радиация
- В) Яд
- Г) Биологическая опасность

3 вопрос:

Нельзя употреблять грибы и ягоды, собранные на загрязненных территориях без предварительного измерения содержания в них радионуклидов. Это может быть опасно для здоровья.

4 вопрос

СИЧ – счетчик излучения человека. Предназначен для измерения активности радионуклидов цезия-137 в теле человека (в Бк/кг).

Дозиметр – прибор для измерения эффективной дозы или мощности ионизирующего излучения за некоторый промежуток времени.

Рентгеновский аппарат – устройство для получения и использования рентгеновского излучения в технических и медицинских целях (флюорограф, рентгеновский компьютерный томограф).

Радиометр – прибор для измерения активности радионуклида в образце для проверки на радиоактивность подозрительных предметов и продуктов питания.

5 вопрос:

Правильное питание, здоровый образ жизни и определенная кулинарная обработка продуктов питания препятствуют попаданию радионуклидов в организм, улучшают иммунитет, что способствует уменьшению воздействия радиации на организм человека.

6 вопрос:

Больше всего йода содержится в продуктах морского происхождения: в морской капусте, икре, жирной рыбе, в креветках и кальмарах. Есть йод в овощах и фруктах, например, в хурме и чесноке.

Продукты	Содержание йода, мкг на 100г
Морская капуста	500–3000
Банан	2
Гречневая каша	3,5
Рыба	≈150–250
Хурма	50
Морковь	6,5

Тест 5–8 классы

1. Естественный радиационный фон находится в пределах...

до 0,2 0,2–0,4 1–1,5 0,5–2
 мкЗв/ч мкЗв/ч мкЗв/ч мкЗв/ч

А) Б) В) Г)

2. Природные источники радиации:

- А) испытания ядерного оружия;
- Б) космические лучи;
- В) земная кора;
- Г) медицинские источники.



А) Б) В) Г)

3. Какие радиоактивные элементы вы знаете?

Й..	К....	У...
С.....	Ц....	Р....
П.....	Р....	К.....

(йод-131, калий-40, уран-238, стронций-90, цезий-137, радон-222, полоний-210, радий-226, кобальт-60)

4. Выберите верное утверждение:

- А) человек излучает радиацию;
- Б) радиация несет только вред;
- В) радиация не имеет запаха, цвета, вкуса;
- Г) нельзя есть загрязненные продукты;
- Д) радиацию нужно бояться.



А)

Б)

В)

Г)

Д)

5. Знак радиационной опасности – это:



А)

Б)

В)

Г)

6. Можно ли употреблять грибы и ягоды, собранные на загрязненных территориях, без измерения содержания радионуклидов на специальных приборах?

- А) да;
- Б) нет.



7. Чем мы измеряем радиацию в продуктах питания?

- А) СИЧ;
- Б) дозиметр-радиометр;
- В) рентгеновский аппарат;
- Г) гамма-радиометр.



А)



Б)



В)



Г)

8. Какой способ обработки продуктов питания ведет к уменьшению содержания радионуклидов в них?

- А) жарка;
- Б) вымачивание;
- В) заморозка;
- Г) сушка.



А)



Б)



В)



Г)

9. Что помогает уменьшить поступление радионуклидов в организм?

- а) правильное питание и прием витаминов;
- б) радиометрический контроль продуктов питания;
- в) мытье и правильное приготовление продуктов;

- г) здоровый образ жизни;
- д) все вышеперечисленное.



А)

Б)

В)

Г)



Д)

10. Где содержится много йода?

- А) морская капуста;
- Б) банан;
- В) гречневая каша;
- Г) рыба;
- Д) хурма;
- Е) морковь.



А)

Б)

В)

Г)

Д)

Е)

Пояснения к тесту 5–8 классы.

Правильные ответы:

Вопрос 1. **А.**

Вопрос 2. **Б, В**

Вопрос 3. **йод-131, калий-40, уран-238,
стронций-90, цезий-137, радон-222,
полоний-210, радий-226, кобальт-60.**

Вопрос 4. **А, В, Г.**

Вопрос 5. **Б.**

Вопрос 6. **Б.**

Вопрос 7. **Г.**

Вопрос 8. **Б.**

Вопрос 9. **Д.**

Вопрос 10. **А, Г, Д.**

1 вопрос:

Радиационный уровень, который соответствует природному фону, составляет до 0,2 мкЗв/ч и считается нормальным, уровень 0,2–0,6 мкЗв/ч считается допустимым, а уровни более 0,6–1,2 мкЗв/ч считаются повышенными.

2 вопрос:

К природным источникам радиации относятся: космическое излучение, земные источники излучения.

К искусственным источникам радиации относятся: испытание ядерного оружия, медицинские источники.

3 вопрос:

К радиоактивным элементам относятся: йод-131 (^{131}I), калий-40 (^{40}K), уран-238 (^{238}U), стронций-90 (^{90}Sr), цезий-137 (^{137}Cs), радон-222 (^{222}Rn), полоний-210 (^{210}Po), радий-226 (^{226}Ra), кобальт-60 (^{60}Co).

4 вопрос:

А) Радиоактивные вещества естественного происхождения присутствуют в окружающей среде. Наше тело содержит радиоактивные изотопы ^{14}C , ^{40}K , ^{210}Po .

Б) Радиация в мирных целях используется: в медицине (диагностика заболеваний, лечение онкологических больных, стерилизация медицинских инструментов и материалов), археологии (определение возраста геологических пород уран-свинцовым методом; радиоуглеродный метод – для установления возраста предметов, имеющих биологическую природу), сельском хозяйстве (предпосевная обработка семян, повышающая урожайность; обеззараживание стоков животноводческих ферм) и т. д.

В) Радиация не имеет ни цвета, ни запаха, ни вкуса. Она невидима.

Г) Продукты из загрязненных территорий обязательно должны быть проверены на содержание радионуклидов с целью обеспечения их безопасности для здоровья человека. Продукты, в которых существует превышение содержания радионуклидов (РДУ-99), нельзя употреблять в пищу.

Д) Радиация является постоянным и естественным спутником жизни человека. Мы живем в мире, в котором радиация присутствует повсюду. Например, свет и тепло от ядерных реакций на Солнце являются необходимыми условиями нашего существования. Также радиация стоит на службе у человека (медицина, атомная промышленность).

5 вопрос:

Указанные предупреждающие знаки обозначают:

- А) Высокое напряжение;
- Б) Радиация;
- В) Яд;
- Г) Биологическая опасность.

6 вопрос:

Нельзя употреблять грибы и ягоды, собранные на загрязненных территориях, без предварительного измерения содержания в них радионуклидов. Это может быть опасно для здоровья.

7 вопрос:

А) **СИЧ** – счетчик излучения человека. Предназначен для измерения активности радионуклидов цезия-137 в теле человека (в Бк/кг).

Б) **Дозиметр** – прибор для измерения эффективной дозы или мощности ионизирующего излучения за некоторый промежуток времени.

В) **Рентгеновский аппарат** – устройство для получения и использования рентгеновского излучения в технических и медицинских целях (флюорограф, рентгеновский компьютерный томограф).

Г) **Радиометр** – прибор для измерения активности радионуклида в образце для проверки на радиоактивность подозрительных предметов и продуктов питания.

8 вопрос:

Рыбу и мясо необходимо вымачивать в разделанном на кусочки толщиной до 2 см виде не менее 2 часов в воды с добавлением уксуса или аскорбиновой кислоты. Экспериментально установлено, что при вымачивании загрязненного радионуклидами мяса на протяжении 2 часов и сливании отвара после 8-минутного кипячения концентрация радионуклидов в нем уменьшается более, чем в два раза.

Грибы перед употреблением или заготовкой необходимо очистить от почвы, мха и хвои, удалить, если возмож-

но, кожицу шляпки, замочить на сутки, отварить, отвар слить. Отваривать грибы следует в течении 30–60 минут в подсоленной воде с добавлением уксуса или лимонной кислоты, сливая отвар 2–3 раза (содержание радионуклидов снижается в 2–10 раз).

Если же термическую обработку этих продуктов проводят без воды (тушение, жарение, запекание) или без предварительного замачивания, то содержание радионуклидов в готовых блюдах практически не изменяется по сравнению с исходным. Заморозка также не способствует уменьшению радионуклидов в продуктах.

При сушке, наоборот, концентрация радионуклидов в продуктах увеличивается.

9 вопрос:

Существуют два принципа питания, защищающие от радиации. Первый – принцип оптимального здоровья, заключающийся в насыщении организма полезными веществами. Второй принцип – употребление продуктов питания, способствующих выведению и уменьшению накопления радионуклидов в организме человека. В условиях проживания на загрязненной территории питание должно быть полноценным, разнообразным и экологически чистым.

Здоровый образ жизни также стимулирует улучшение иммунитета, что способствует устойчивости организма к воздействию радиации.

Не стоит забывать и о радиометрическом контроле продуктов питания. Это позволяет исключить из употребления в пищу загрязненных продуктов.

10 вопрос:

Больше всего йода – в продуктах морского происхождения: в морской капусте, икре, жирной рыбе, креветках и кальмарах. Есть йод в овощах и фруктах (например, в хурме и чесноке).

Продукты	Содержание йода, мкг на 100г
Морская капуста	500–3000
Банан	2
Гречневая каша	3,5
Рыба	≈150–250
Хурма	50
Морковь	6,5

Тест 9–11 классы

1. Естественный радиационный фон находится в пределах...

до 0,2 0,2–0,4 1–1,5 0,5–2
мкЗв/ч мкЗв/ч мкЗв/ч мкЗв/ч

А) Б) В) Г)

2. Природные источники радиации:

- А) испытания ядерного оружия;
- Б) космические лучи;
- В) земная кора;
- Г) радиофармпрепараты.



А) Б) В) Г)

3. Какие радиоактивные элементы вы знаете?

Й..	К....	У...
С.....	Ц....	Р....
П.....	Р....	К.....

(йод-131, калий-40, уран-238, стронций-90, цезий-137, радон-222, полоний-210, радий-226, кобальт-60)

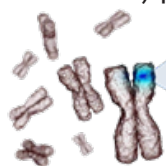
4. Какой радионуклид накапливается костной тканью?

- А) цезий; Б) стронций;
В) радон; Г) йод.

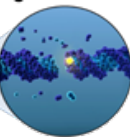
5. Воздействие радиации может привести к:

$^{137}_{55}\text{Cs}$ Цезий-137	$^{90}_{38}\text{Sr}$ Стронций-90	$^{222}_{86}\text{Rn}$ Радон-222	$^{131}_{53}\text{I}$ Йод-131
-------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------

- А) повреждению клеток и ДНК;
Б) развитию инфекций;
В) развитию сердечно-сосудистых заболеваний;
Г) развитию онкологических заболеваний.



А)



Б)



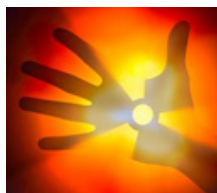
В)



Г)

6. Выберите верное утверждение:

- А) человек излучает радиацию;
Б) радиация несет только вред;
В) радиация не имеет запаха, цвета, вкуса;
Г) нельзя есть загрязненные продукты;
Д) радиацию нужно бояться.



А)



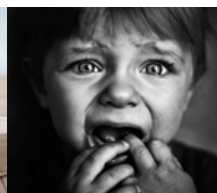
Б)



В)



Г)



Д)

7. Знак радиационной опасности – это:



А)

Б)

В)

Г)

8. Можно ли употреблять грибы и ягоды, собранные на загрязненных радионуклидами территориях, без прохождения радиометрического контроля?

- А) да;
- Б) нет.



9. Какой прибор используется для измерения содержания радионуклидов в продуктах питания?

- А) СИЧ;
- Б) дозиметр-радиометр;
- В) рентгеновский аппарат;
- Г) гамма-радиометр;



А)



Б)



В)



Г)

10. Какой способ обработки продуктов питания ведет к уменьшению содержания в них радионуклидов?

- А) жарка;
- Б) вымачивание;
- В) заморозка;
- Г) сушка.



- А)
- Б)
- В)
- Г)

11. Какие действия способствуют снижению поступления радиации в организм?

- а) правильное питание и прием витаминов;
- б) радиометрический контроль продуктов питания;
- в) мытье и правильное приготовление продуктов;
- г) здоровый образ жизни;
- д) все вышеперечисленное.



- А)
- Б)
- В)
- Г)



- Д)

12. Какие продукты питания содержат много йода?

- А) морская капуста;
- Б) банан;
- В) гречневая каша;
- Г) рыба;
- Д) хурма;
- Е) морковь.



- А)
- Б)
- В)
- Г)
- Д)
- Е)

13. Для чего применяется СИЧ?



- А) для выявления изменений внутренних органов;
- Б) для определения уровня внутреннего облучения человека;
- В) для измерения радиационного фона;
- Г) для измерения активности в воде, продуктах питания, почве и др.

Пояснения к тесту 9–11 классы

Правильные ответы:

Вопрос 1. **А.**

Вопрос 2. **Б, В.**

Вопрос 3. **йод-131, калий-40, уран-238,
стронций-90, цезий-137, радон-222,
полоний-210, радий-226, кобальт-60.**

Вопрос 4. **Б.**

Вопрос 5. **А, Г.**

Вопрос 6. **А, В, Г.**

Вопрос 7. **Б.**

Вопрос 8. **Б.**

Вопрос 9. **Г.**

Вопрос 10. **Б.**

Вопрос 11. **Д.**

Вопрос 12. **А, Г, Д.**

Вопрос 13. **Б.**

1 вопрос:

Радиационный уровень, который соответствует природному фону, составляет до 0,2 мкЗв/ч и считается нормальным, уровень 0,2–0,6 мкЗв/ч считается допустимым, а уровни более 0,6–1,2 мкЗв/ч считаются повышенными.

2 вопрос:

К природным источникам радиации относятся: космическое излучение, земные источники излучения.

К искусственным источникам радиации относятся: испытание ядерного оружия, медицинские источники.

3 вопрос:

К радиоактивным элементам относятся: йод-131 (^{131}I), калий-40 (^{40}K), уран-238 (^{238}U), стронций-90 (^{90}Sr), цезий-137

(^{137}Cs), радон-222 (^{222}Rn), полоний-210 (^{210}Po), радий-226 (^{226}Ra), кобальт-60 (^{60}Co).

4 вопрос:

- А) Цезий накапливается в мышечных тканях.
- Б) Стронций накапливается в костных тканях.
- В) Радон не накапливается в организме.
- Г) Йод накапливается в щитовидной железе.

5 вопрос:

Радиация в больших дозах приводит к поражению тканей, живых клеток, в малых – увеличивает риск развития раковых заболеваний и может приводить к генетическим изменениям.

6 вопрос:

А) Радиоактивные вещества естественного происхождения присутствуют в окружающей среде. Наше тело содержит радиоактивные изотопы ^{14}C , ^{40}K , ^{210}Po .

Б) Радиация в мирных целях используется: в медицине (диагностика заболеваний, лечение онкологических больных, стерилизация медицинских инструментов и материалов), археологии (определение возраста геологических пород уран-свинцовым методом; радиоуглеродный метод – для установления возраста предметов, имеющих биологическую природу), сельском хозяйстве (предпосевная обработка семян, повышающая урожайность; обеззараживание стоков животноводческих ферм) и т. д.

В) Радиация не имеет ни цвета, ни запаха, ни вкуса. Она невидима.

Г) Продукты из загрязненных территорий обязательно должны быть проверены на содержание радионукли-

дов с целью обеспечения их безопасности для здоровья человека. Продукты, в которых содержание радионуклидов превышает допустимые уровни (РДУ-99), нельзя употреблять в пищу.

Д) Радиация является постоянным и естественным спутником жизни человека. Мы живем в мире, в котором радиация присутствует повсюду. Например, свет и тепло от ядерных реакций на Солнце являются необходимыми условиями нашего существования. Также радиация стоит на службе у человека (медицина, атомная промышленность).

7 вопрос:

Указанные предупреждающие знаки обозначают:

- А)** высокое напряжение;
- Б)** радиация;
- В)** яд;
- Г)** биологическая опасность.

8 вопрос:

Нельзя употреблять грибы и ягоды, собранные на загрязненных территориях, без предварительного измерения содержания в них радионуклидов. Это может быть опасно для здоровья.

9 вопрос:

А) СИЧ – счетчик излучения человека. Предназначен для измерения активности радионуклидов цезия-137 в теле человека (в Бк/кг).

Б) Дозиметр – прибор для измерения эффективной дозы или мощности дозы ионизирующего излучения за некоторый промежуток времени.

В) Рентгеновский аппарат – устройство для получения и использования рентгеновского излучения в технических и медицинских целях (флюорограф, рентгеновский компьютерный томограф).

Г) Радиометр – прибор для измерения активности радионуклида в образце для проверки на радиоактивность (подозрительных предметов и продуктов питания).

10 вопрос:

Рыбу и мясо необходимо вымачивать в разделанном на кусочки толщиной до 2 см виде не менее 2 часов в воды с добавлением уксуса или аскорбиновой кислоты. Экспериментально установлено, что при вымачивании загрязненного радионуклидами мяса на протяжении 2 часов и сливании отвара после 8-минутного кипячения концентрация радионуклидов в нем уменьшается более, чем в два раза.

Грибы перед употреблением или заготовкой необходимо очистить от почвы, мха и хвои, удалить, если возможно, кожицу шляпки, замочить на сутки, отварить, отвар слить. Отваривать грибы следует в течении 30–60 минут в подсоленной воде с добавлением уксуса или лимонной кислоты, сливая отвар 2–3 раза (содержание радионуклидов снижается в 2–10 раз).

Если же термическую обработку этих продуктов проводят без воды (тушение, жарение, запекание) или без предварительного замачивания, то содержание радионуклидов в готовых блюдах практически не изменяется по сравнению с исходным. Заморозка также не способствует уменьшению радионуклидов в продуктах.

При сушке, наоборот, концентрация радионуклидов в продуктах увеличивается.

11 вопрос:

Существуют два принципа питания, защищающие от радиации. Первый – принцип оптимального здоровья, заключающийся в насыщении организма полезными веществами. Второй принцип – употребление продуктов питания, способствующих выведению и уменьшению накопления радионуклидов в организме человека. В условиях проживания на загрязненной территории питание должно быть полноценным, разнообразным и экологически чистым.

Здоровый образ жизни также стимулирует улучшение иммунитета, что способствует устойчивости организма к воздействию радиации.

Не стоит забывать и о радиометрическом контроле продуктов питания. Это позволяет исключить из употребления в пищу загрязненных продуктов.

12 вопрос:

Больше всего йода – в продуктах морского происхождения: в морской капусте, икре, жирной рыбе, креветках и кальмарах. Есть йод в овощах и фруктах (например, в хурме и чесноке).

Продукты	Содержание йода, мкг на 100 г
Морская капуста	500–3000
Банан	2
Гречневая каша	3,5
Рыба	≈150–250
Хурма	50
Морковь	6,5

13 вопрос:

Для определения уровня внутреннего облучения человека применяется СИЧ – счетчик излучения человека. После поступления радиоактивных веществ в организм (или при подтверждении, что поступление произошло) необходимо оценить дозу внутреннего облучения. СИЧ-обследование – это метод, используемый для регистрации излучения, испускаемого телом человека.

Для выявления изменений внутренних органов применяется рентгеновский аппарат и компьютерная томография. Для измерения радиационного фона используется дозиметр, а для измерения активности радионуклидов в пробах воды, продуктах питания, почве и др. – радиометр.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Методические рекомендации
по организации и проведению учебного занятия
по основам радиационной безопасности

Рекомендации подготовлены филиалом «Белорусское отделение
Российско-белорусского информационного центра по проблемам
последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС»

РНИУП «Институт радиологии» по заказу Департамента
по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

*Редактор А. С. Чаранкова
Дизайнер А. С. Куликова*

<http://www.rbic.by/>
e-mail: info@rbic.by
тел.: 8 (017) 291-02-95
ул. Шпилевского, 59-7Н
220112, г. Минск, Республика Беларусь

© Департамент по ликвидации последствий катастрофы
на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным
ситуациям Республики Беларусь, 2015.

© РНИУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь, 2015.

