# Рекомендации по организации деятельности информационно-методических кабинетов по радиационной безопасности

Минск
Институт радиологии
2016

УДК
ББК

**Рецензенты**:
*Гурачевский В. Л.* канд. физ-мат. наук
*Мельницкая Т. Б.* доктор психологических наук, профессор

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

**Вертинская А. В.**
**Рекомендации по организации деятельности информационно-методических кабинетов по радиационной безопасности** / А. В. Вертинская, Е.О. Устименко, Е. В. Давыдова, Е. И. Горанская; под. общ. ред. Н. Я. Борисевича. – Минск : РНИУП «Институт радиологии», 2016. – 236 с. : илл.
ISBN

Издание содержит рекомендации по организации и проведению занятий, а также информационно-просветительских мероприятий по чернобыльской тематике.

Рекомендации разработаны для организации деятельности информационно-методических кабинетов по проблемам радиационной безопасности и основам безопасной жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях.

Рекомендации предназначены для специалистов, занимающихся вопросами радиоэкологического образования и информирования населения: учителей школ, преподавателей учебных заведений, обеспечивающих получение среднего и среднего специального образования, и др.

УДК
ББК

ISBN

©Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь, 2016.
©РНИУП «Институт радиологии», 2016.

## Введение

Необходимость формирования радиоэкологической грамотности пострадавшего населения обусловлена значительными масштабами последствий чернобыльской катастрофы для нашей страны. В настоящий момент радиационная обстановка на загрязненных радионуклидами территориях Республики Беларусь стабилизировалась. Однако для полного восстановления пострадавших районов требуется длительное время. Перед населением стоит непростая задача соблюдения определенных правил жизнедеятельности в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Знание основных правил ведения сельского хозяйства, ухода за жилищем, поведения на природе, соблюдение правил личной гигиены обеспечивают безопасную жизнедеятельность при проживании на загрязненных радионуклидами территориях.

Успешное решение задач повышения качества жизни в пострадавших районах и сохранения здоровья проживающего в них населения возможно только при условии активного участия граждан. А для этого необходимо повышать уровень понимания проблем окружающей среды, формировать желание быть причастными к их решению.

Сутью информирования населения является последовательная разъяснительная работа в пострадавших районах, направленная на изменение поведенческой модели человека и включающая новейшие научно-практические выводы и рекомендации по радиационной защите, достоверную информацию по мерам, проводимым для обеспечения безопасных условий жизнедеятельности.

Жизнедеятельность взрослого населения в большей степени основывается на устоявшихся стереотипах поведения и трудно поддается изменению. Поэтому большое значение имеет информационная работа с детьми и молодежью. Повышение их радиоэкологической грамотности и воспитание требуемых норм поведения имеет ключевую роль в изменении уклада жизни семей и формировании здорового образа жизни населения районов, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Информационно-просветительская работа по чернобыльской тематике с молодежной аудиторией способствует воспитанию радиоэкологически грамотного поколения, формированию активной и творческой гражданской позиции в мероприятиях реабилитации и возрождения пострадавших районов Беларуси.

Данные рекомендации направлены на ознакомление старших школьников с основными радиоэкологическими понятиями

посредством различных форм работы и формирование на этой основе у детей базовых знаний о системе безопасной жизнедеятельности на территориях радиоактивного загрязнения и здоровом образе жизни.

Основные задачи рекомендаций:

- формирование у учащихся радиоэкологической культуры и активной жизненной позиции по отношению к глобальным экологическим проблемам, стоящими перед человечеством;
- воспитание у учащихся бережного отношения к историческому, культурному и природному наследию загрязненных радионуклидами территорий;
- совершенствование информационной работы по проблемам преодоления последствий чернобыльской катастрофы и возрождения пострадавших регионов.

Решение поставленных задач достигается за счет повышения уровня знаний молодежи в области радиационной безопасности и радиоэкологии, преодоления социально-психологического стресса и радиофобии, повышения жизненной активности, формирования безопасного образа жизни в условиях проживания на загрязненных территориях.

Данные рекомендации, в первую очередь, предназначены для организации деятельности информационно-методических кабинетов, в которых проводятся занятия по основам безопасной жизнедеятельности на территории радиоактивного загрязнения. Учителя физики, биологии и других естественнонаучных и смежных предметов также найдут здесь материал, который окажется полезным при проведении уроков как в рамках обязательной программы их курса, так и при организации внеклассной работы.

Помимо того, любознательный читатель найдет здесь множество полезных советов, которые пригодятся в повседневной жизни и помогут сохранить и укрепить здоровье. Материалы рекомендаций не только познакомят с основами радиоэкологии и радиационной безопасности, но также расширят и углубят знания в данной области.

Авторы надеются, что рекомендации помогут в воспитании активного, целеустремленного молодого поколения, способного объективно оценить радиоэкологическую ситуацию, освоить практические навыки безопасной жизнедеятельности в условиях радиоактивного загрязнения и в дальнейшем активно участвовать в культурном и экономическом возрождении регионов, пострадавших от чернобыльской катастрофы.

# Урок 1

## Радиоактивность: понятие, история открытия, применение.

**Цели урока:**
*Образовательная* — сформировать у учащихся представление о радиоактивности.
*Развивающая* — формирование умений сравнивать, обобщать; устанавливать связи между изучаемыми фактами; выдвигать гипотезы и обосновывать их.
*Воспитывающая* — формирование познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала.
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная.
**Оборудование:** тетрадь, ручка, компьютер, мультимедийный проектор.

**План урока:**
1. Организационный момент. 2 мин.
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин.
3. Актуализация. 4 мин.
4. Работа над новым материалом. 30 мин.
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин.
6. Подведение итогов урока. 3 мин.
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

«Ничего не надо бояться — надо лишь понять неизвестное»
*Мария Склодовская-Кюри*

***Учитель:*** Прочитайте высказывание. Как Вы думаете, о чем пойдет речь на сегодняшнем уроке?

***Учитель:*** Сегодня на уроке Вы познакомитесь с понятием радиоактивности: с историей открытия этого явления; со сферами деятельности человека, в которых оно нашло применение; с первыми достижениями человечества, которые связаны с радиоактивностью.

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Представление о том, что все в мире состоит из частиц, имеет долгую историю. Впервые об этом заговорили еще в Древней Греции в 5-3 вв. до н. э., когда Демокрит назвал эти мельчайшие частицы атомами. Однако к середине 19 века теория о неделимости атомов стала противоречить некоторым экспериментальным фактам. Так стала зарождаться мысль о том, что атомы не являются мельчайшими частицами, а имеют сложную структуру и, возможно, состоят из различных еще более мелких частиц.

Согласно современным представлениям атом состоит из ядра и электронов, движущихся вокруг него. Ядро, в свою очередь, состоит из положительно заряженных протонов и незаряженных нейтронов. Протоны и нейтроны находятся в атоме в определенном количественном соотношении. При этом количество протонов в атомах одного и того же элемента одинаково, а количество нейтронов может меняться. Если в ядре имеется избыток или недостаток нейтронов, то такие ядра становятся неустойчивыми (нестабильными) и претерпевают самопроизвольные распады.

Подобные распады протекают с изменением строения, состава и энергетического состояния ядер атомов, сопровождаясь испусканием или захватом заряженных или нейтральных частиц. Такое явление самопроизвольного превращения ядер одних элементов в другие было названо ***радиоактивностью***, а вещества, испускающие излучение, — ***радиоактивными***.

Явление радиоактивности присуще всему окружающему. В повседневной жизни радиация воздействует на нас всегда и везде, где бы мы ни были. Это связано с тем, что естественные радиоактивные вещества (радионуклиды) рассеяны по всем компонентам живой и неживой природы.

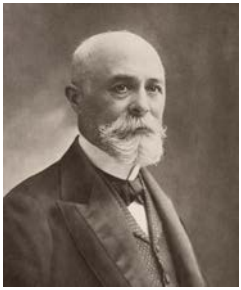
***Радионуклиды*** — это радиоактивные атомы, ядра которых способны самопроизвольно распадаться.

Из более 3100 нуклидов, известных в настоящее время, стабильными являются около 300. Остальные нуклиды нестабильны, т.е. радиоактивны.

***Радиоактивность*** — самопроизвольный распад ядер атомов нестабильных химических элементов, сопровождающийся испусканием и распространением в пространстве энергии в виде волн или частиц, которые называют еще ***ионизирующим излучением (ИИ)***.

Ионизирующее излучение представляет собой потоки заряженных и нейтральных частиц, а также коротковолнового электромагнитного излучения. При прохождении через вещество ионизирующее излучение вызывает в нем ионизацию, т. е. превращение нейтральных, устойчивых атомов и молекул вещества в электрически заряженные (положительно или отрицательно).

Люди познакомились с явлением радиоактивности в конце 90-х годов 19 в. вслед за открытием Анри Беккерелем способности солей урана испускать невидимые лучи, вызывающие потемнение фотопластинки и способные проникать через бумагу, дерево и другие плотные среды. Пьер и Мария Кюри сумели объяснить это явление и выделили новые радиоактивные элементы – полоний и радий. Супруги Кюри выделили радий в чистом виде, который представлял собой мягкий серебристо-белый металл. С тех пор люди интенсивно изучают явление радиоактивности и пытаются его применять на практике.



Анри Беккерель

Супруги Кюри

*Во всем мире 1 марта 1896 года считается датой открытия радиоактивности.*

В качестве единицы измерения радиоактивности принят распад в секунду. В Международной системе единиц измерения (система СИ) эта единица получила название ***беккерель*** (Бк). Также широко используется и внесистемная единица – ***кюри*** (Ки). 1 Ки = 3,7 х $10^{10}$ Бк.

***Учитель:*** Теперь давайте познакомимся с понятиями, связанными с явлением радиоактивности. Каждому ряду будет роздан текст. Необходимо внимательно изучить содержание и передать суть понятия тремя простыми предложениями. На данную работу вам дается десять минут, после чего мы выслушаем представителя от каждого ряда и вместе попробуем разобраться в этих сложных понятиях (Приложение 1 к уроку 1).

***Учитель:*** Подведем итоги. ***Активность*** — это мера количества радиоактивного вещества, которая выражается числом распадов ядер в единицу времени. За единицу активности в Международной системе единиц (СИ) принят один распад в секунду. Эта единица названа беккерелем (Бк).

Число радиоактивных ядер изотопа уменьшается со временем по закону радиоактивного распада. Скорость распада определяется строением ядра, и поэтому на этот процесс невозможно повлиять никакими обычными физическими или химическими способами. Для характеристики скорости распада радиоактивных элементов используют особую величину — *период полураспада.*

***Период полураспада ($T_{1/2}$)*** — это время, в течение которого распадается половина исходного количества радиоактивных ядер.

За промежуток времени, в 10 раз превышающий период полураспада, любое количество радионуклида практически полностью распадается.

Теперь давайте проверим, как вы усвоили материал. Для этого мы с вами решим три простых задачи и выберем правильный ответ.

## Задачи:

1. Определите массу йода-131 с периодом полураспада 8,05 суток для создания активности в 1 Кюри.

Ответ: 0,000008 г.

2. За какое время масса 10 мг радия-226 уменьшится на 1 мг?

Ответ: 246 лет.

3. Какая доля первоначального количества стронция-90 останется через 10 и 100 лет?

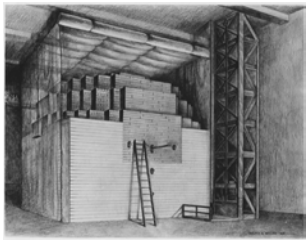
Ответ: 0,78 и 0,084.

***Учитель:*** Радиоактивность стала широко использоваться в различных сферах деятельности человека: науке, технике, медицине.

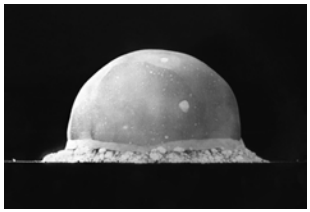
** Однажды ученые подсчитали, что здоровый взрослый мужчина, даже работая по 8 часов в день круглый год, едва-едва вырабатывает 250 кВт энергии. Чтобы получить такое же количество электрической энергии, нужно сжечь в топке современной ТЭС всего около 125 кг угля. А использование в качестве топлива 30 г урана-235 на АЭС эквивалентно энергии, вырабатываемой электростанцией в течение суток при сжигании за это время около 100 т угля. Природа постаралась скрыть столь потрясающее количество энергии в ничтожно малом объеме вещества – в ядре атома.*

Явление радиоактивности нашло применение во многих областях деятельности человека, которое имело различные аспекты. Давайте познакомимся с первыми достижениями и трагедиями человечества, связанными с атомной энергией.

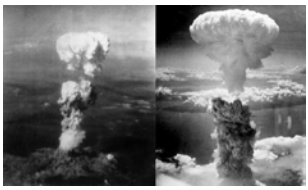
Первый в мире ядерный реактор был построен в 1942 году под трибунами университетского стадиона в г. Чикаго, США.



Первое ядерное испытание было проведено Соединенными Штатами Америки 16 июля 1945 года в штате Нью-Мексико, заряд был приблизительно эквивалентен 20 килотоннам в тротиловом эквиваленте.

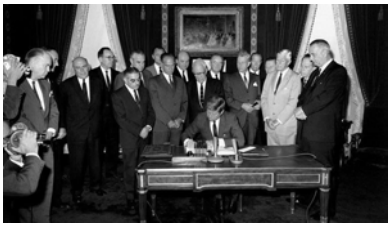


Атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки (6 и 9 августа 1945 года, соответственно) — единственные в истории человечества примеры боевого применения ядерного оружия США на завершающем этапе Второй мировой войны.



Первая в мире атомная электростанция была построена в 1954 году в Обнинске (Калужская область, Российской Федерации). Эта АЭС безаварийно проработала около 50 лет.

В 1963 году был подписан Международный договор об ограничении испытаний ядерного оружия. Участниками Договора являются 117 государств. Договор запрещает испытание ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой, а также любые подземные ядерные взрывы, если они вызывают выпадение радиоактивных осадков за пределами территориальных границ государства, под юрисдикцией или контролем которого проводятся такие взрывы. Позже, в 1996, году был подписан Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. Страны, подписавшие Договор, обязались не возобновлять испытаний ядерного оружия.



### *Заключение*

Получение и использование атомной энергии — великое достижение человеческого гения, открывающее огромные перспективы в деле

### *Интересно знать!*

Самый большой в мире парк АЭС принадлежит США. В эксплуатации находятся 99 энергоблоков суммарной мощностью около 100 ГВт.

Для получения одной сотой грамма радия Марии Кюри пришлось вручную переработать 8 тонн урановых минералов. Дневники супругов Кюри до сих пор хранятся в защитном сейфе, так как сохраняют значительную радиоактивность, из-за их загрязнения радионуклидами.

дальнейшего развития производительных сил общества. Однако до ядерной трагедии в Японии человечество мало задумывалось о последствиях радиоактивного загрязнения. Взрывы бомб в Хиросиме и Нагасаки, последующие ядерные испытания, особенно испытания на поверхности земли и в воздухе, привели к радиоактивному загрязнению территорий и выпадению радиоактивных осадков практически во всех частях света, к человеческим жертвам и экономическим потерям.

Но не стоит забывать, что энергия – это основа основ. Все блага цивилизации, все материальные сферы деятельности человека – от стирки белья до исследования Луны и Марса – требуют затрат энергии. И чем дальше, тем больше. На сегодняшний день энергия атома широко используется во многих отраслях экономики. Строятся мощные подводные лодки и надводные корабли с ядерными энергетическими установками. С помощью мирного атома осуществляется поиск полезных ископаемых. Массовое применение радиоактивные изотопы нашли в биологии, сельском хозяйстве, медицине.

Будущее – за экологически безопасной ядерной энергетикой и новыми технологиями.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вопрос: Стоит ли развивать использование ядерной энергии? Почему?

2 вопрос: Правильно ли запрещать ядерные испытания? Почему?

## VI. Подведение итогов урока.

1. *В каком году было открыто явление радиоактивности?*
2. *Запрещены ли ядерные испытания на сегодняшний день?*
3. *Где был построен первый ядерный реактор?*
4. *Где и когда произошло первое применение ядерного оружия в военных целях?*

## VII. Окончание урока.

*Текст №1*

## Активность

Вещество считается радиоактивным, если оно содержит в своем составе радионуклиды, и в нем идет процесс радиоактивного распада. Количество радиоактивного вещества обычно определяют не единицами массы (грамм, миллиграмм и т. п.), а активностью данного вещества, которая, в свою очередь определяется интенсивностью или скоростью распада его ядер. Активность пропорциональна числу радиоактивных атомов, содержащихся в данном веществе, т. е. возрастает с увеличением количества данного вещества. Следовательно, ***активность*** – это мера количества радиоактивного вещества, которая выражается числом распадов ядер в единицу времени.

Чем больше ядер распадается в единицу времени, тем выше активность. Обычно активность измеряется в распадах в секунду. За единицу активности в Международной системе единиц (СИ) принят один распад в секунду. В честь Анри Беккереля, являющегося одним из первооткрывателей явления естественной радиоактивности в 1896 году, эта единица названа ***беккерелем*** (Бк).

1 Бк – такое количество радионуклида, в котором за одну секунду происходит один распад.

При измерении активности радиоактивного образца ее обычно относят к массе, объему, площади поверхности. Различают следующие виды активности радионуклида. ***Удельная активность*** — это активность, приходящаяся на единицу массы вещества (активность, отнесенная к единице массы): Бк/кг, Ки/кг. ***Объемная активность*** — это активность, приходящаяся на единицу объема: Бк/л, Ки/л, Бк/м$^3$, Ки/м$^3$. В случае распределения радионуклидов на поверхности, активность называется поверхностной (отношение активности радионуклида к площади): Бк/м$^2$, Ки/км$^2$. Для характеристики загрязнения территории применяется величина Ки/км$^2$.

Массу в граммах при известной активности радионуклида определяют по формуле:

$$m=k*A*T_{1/2}*a$$

где $m$ – масса в граммах;

$A$ – атомная масса;

$T_{1/2}$ – период полураспада;

$a$ – активность в кюри или беккерелях;

$k$ – константа, зависящая от единиц, в которых дан период полураспада и активность. Если период полураспада дан в секундах, то при активности в беккерелях константа равна $2{,}4 \times 10^{-24}$, а при активности в кюри – $8{,}86 \times 10^{-14}$. Если период полураспада дан в других единицах, то его переводят в секунды.

*Текст №2*

## Закон радиоактивного распада

Количество любых радионуклидов со временем уменьшается вследствие радиоактивного распада.

Скорость распада определяется строением ядра, и поэтому на этот процесс невозможно повлиять никакими обычными физическими или химическими способами.

Для каждого радиоактивного изотопа средняя скорость распада его ядер величина постоянная, неизменная и характерная только для данного изотопа.

Число радиоактивных ядер N(t) данного изотопа уменьшается со временем по закону:

$$N_t = N_0 * e^{-\lambda t}$$

где $N_t$ – количество атомных ядер, оставшихся через промежуток времени t;

$N_0$ — начальное количество атомных ядер;

$e$ = 2,72 — основание натурального логарифма, которое указывает на графический вид математической зависимости (экспонента);

$\lambda$ — постоянная радиоактивного распада, показывающая, какая доля радионуклидов распадается в единицу времени;

$t$ — время распада.

Постоянная радиоактивного распада характеризует вероятность радиоактивного распада за единицу времени и имеет размерность $с^{-1}$. Величину, обратную постоянной радиоактивного распада $t = 1/\lambda$, называют ***средней продолжительностью жизни ядра***.

Особенность радиоактивного распада в том, что ядра одного и того же элемента распадаются не все сразу, а постепенно, в различное время. Момент распада каждого ядра не может быть предсказан заранее. Поэтому распад любого радиоактивного элемента носит вероятностный характер и может быть математически определен для большого количества радиоактивных атомов. Иными словами, распад ядер происходит неравномерно: для характеристики скорости распада радиоактивных элементов на практике вместо постоянной распада пользуются ***периодом полураспада***.

*Текст №3*

## ***Период полураспада***

Для характеристики скорости распада каждого радиоактивного изотопа используют определенный интервал времени, в течение которого его активность снижается в два раза. Этот интервал времени носит название период полураспада.

***Период полураспада ($T_{1/2}$)*** – это время, в течение которого распадается половина исходного количества радиоактивных ядер. При этом существует такое понятие, как ***постоянная радиоактивного распада (λ)***. Данная величина показывает, какая доля радионуклидов распадается в единицу времени. Период полураспада, также как и постоянная распада, является ядерной постоянной, строго определенной для каждого типа радионуклидов и справочной величиной. Зная период полураспада или постоянную распада, всегда можно произвести идентификацию радионуклида, т. е. определить, какой именно радионуклид присутствует в данном образце или продукте.

Период полураспада связан с постоянной радиоактивного распада. Эта взаимосвязь выражается следующим соотношением:

$$\lambda = 0{,}693/T_{1/2} \quad \text{или} \quad T_{1/2} = 0{,}693/\lambda$$

Период полураспада, среднее время жизни и постоянная распада радионуклида связаны следующими соотношениями, полученными из закона радиоактивного распада:

$$T_{1/2} = \tau * ln2 = ln2/\lambda$$

Чтобы узнать практически "полное" время распада конкретных радионуклидов, необходимо $T_{1/2}$ увеличить в 10 раз. Например, у стронция-90 $T_{1/2} \approx 29$ лет. Следовательно, данный искусственный радионуклид практически полностью распадется через 290 лет.

У каждого радионуклида свой период полураспада. Он может составлять как доли секунды, так и миллиарды лет. Важно, что период полураспада данного радионуклида постоянен, и изменить его невозможно.

*Периоды полураспада элементов, выброшенных при аварии на ЧАЭС: йод-131 – 8,05 сут., цезий-137 – 30 лет, стронций-90 – 29,12 лет, плутоний-241 – 14,4 года, америций-241 – 432 года.

# Урок 2

## Источники ионизирующего излучения

**Цели урока:**
*Образовательная* – рассмотреть понятие «ионизирующее излучение»; познакомить учащихся с источниками ионизирующего излучения и составляющими радиационного фона Земли.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ, синтез, сравнения, делать необходимые выводы.
*Воспитывающая* – формирование познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая, в парах.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

**План урока:**
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 4 мин
4. Работа над новым материалом. 30 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 3 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

*1. В каком году было открыто явление радиоактивности?*
*2. Где был построен первый ядерный реактор?*
*3. Где впервые применили ядерное оружие?*
*4. Разрешены ли ядерные испытания?*

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** На прошлом уроке мы разбирали понятие «радиоактивность». Давайте вспомним, что такое ионизирующее излучение? Ионизирующее излучение было обнаружено сравнительно недавно: в 1896 г. А. А. Беккерель обнаружил излучение солей урана; в 1898 г. М. Кюри и П. Кюри установили излучение полония и радия, а также факт превращения радионуклидов в другие химические элементы. С этого времени изучение ионизирующего излучения стало одним из приоритетных направлений физики. Итак, что же такое ионизирующее излучение?

Ионизирующее излучение представляет собой потоки заряженных и нейтральных частиц, а также коротковременное электромагнитное излучение (рентгеновское, гамма-кванты). При прохождении через вещество ионизирующее излучение вызывает в нем ионизацию, т. е. превращение нейтральных, устойчивых атомов и молекул вещества в электрически заряженные, возбужденные, неустойчивые частицы.

Все живое на Земле постоянно подвергается воздействию ионизирующего излучения, т. е. радиационного фона Земли. Под радиационным фоном принято понимать ионизирующее излучение от природных (естественных) и искусственных радионуклидов. К естественным источникам относятся космическое излучение и радионуклиды земного происхождения, а к искусственным — радионуклиды, рассеянные в биосфере в результате деятельности человека.

**Радиационный фон Земли имеет две составляющие:**

- естественный радиационный фон
- техногенный радиационный фон

### *Естественный радиационный фон*

Естественный радиационный фон является основным компонентом радиационного фона Земли. Естественные радиоактивные элементы входят в состав Земли с момента ее образования. Облучению от них подвергаются все жители планеты. При этом, в зависимости от местожительства, одни получают большие дозы облучения, чем другие. Средние годовые дозы, получаемые людьми во всем мире от естественного фонового излучения, составляют 2,4 мЗв, а типичный диапазон доз от 1 до 10 мЗв. На нашей планете существует ряд мест, где естественный радиационный фон существенно повышен, — это Франция, Бразилия, Индия, Египет и остров Ниуэ в Тихом океане.

*В Бразилии около 30 тыс. человек постоянно подвергаются облучению в дозе 5 мЗв в год. Недалеко от Поссус-ди-Калдас уровень радиации достигает 250 мЗв в год! В индийских штатах Керала и Мадрас 100 тыс. человек получают дозу в среднем 13 мЗв в год, а за 70 лет — 910 мЗв!*

Население, проживающее в этих районах, тщательно обследовалось, однако связи между повышенным уровнем радиационного фона и ростом отклонений в здоровье не установлено. Для сравнения, в Республике Беларусь средняя эквивалентная доза облучения от естественных источников составляет 2,4 мЗв в год.

Земные источники радиации ответственны за большую часть облучения, которому подвергается человек за счет естественной радиации. Остальную часть дозы вносят космические лучи, которые, в основном, приходят к нам из глубин Вселенной. Некоторая их часть рождается на Солнце во время солнечных вспышек. Космические лучи могут достигать поверхности Земли или взаимодействовать с ее атмосферой, порождая вторичное излучение и приводя к образованию различных радионуклидов. Нет такого места на Земле, куда бы ни падал этот невидимый космический

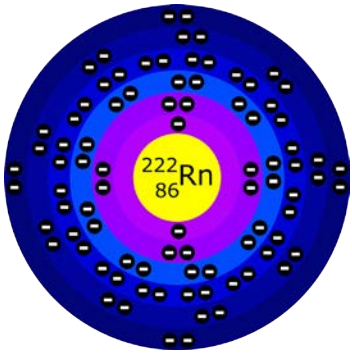
поток. Но одни участки земной поверхности более подвержены его действию, чем другие. Например, Северный и Южный полюсы получают больше радиации, чем экваториальные области, из-за действия магнитного поля Земли, отклоняющего заряженные частицы к полюсам.

*Первичное космическое излучение состоит из протонов (92 %), α-частиц (ядра гелия 7 %), ядер атомов лития, бериллия, углерода, азота и кислорода (0,78 %) и ядер атомов, заряд которых более 10 (0,22 %).

Уровень облучения растёт с увеличением высоты над поверхностью Земли вследствие снижения толщины слоя воздуха, играющего роль защитного экрана.

А теперь вернемся к земным источникам радиации. Основные радионуклиды, встречающиеся в горных породах Земли, — это калий-40, рубидий-87 и радионуклиды семейств урана-238 и тория-232, включившихся в состав Земли с самого ее возникновения. Эти радионуклиды имеют период полураспада порядка миллиарда лет.

Относительно недавно ученые пришли к выводу, что наиболее весомым из всех естественных источников радиации является невидимый, не имеющий вкуса и запаха газ ***радон.*** Радон — благородный инертный газ, образующийся при распаде урана, содержащегося в небольшом количестве в земной коре. А поскольку он непрерывно выделяется из почвы, присутствует в подземных и поверхностных водах, тоесть в каждом доме.




В дом радон может попасть разными путями: из почвы; из стен и фундамента зданий, т. к. строительные материалы (цемент, щебень, кирпич, шлакоблоки) в разной степени, в зависимости от их качества, выделяют этот газ. Так как радон в 7,5 раз тяжелее воздуха, он собирается в нижних этажах и подвалах.

Наиболее значимый путь накопления радона в помещениях связан с выделением радона из почвы, на которой стоит зда-

ние. Он также поступает с водяными парами при пользовании душем, ванной, парной. Содержится радон и в природном газе, поэтому на кухне необходимо устанавливать вытяжку, чтобы предотвратить его накапление. Для уменьшения концентрации радона в воздухе необходимо чаще проветривать комнаты в вашем доме.

Таким образом, естественный радиационный фон является неотъемлемым фактором окружающей среды. При этом примерно 70 % дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, формируют радиоактивные вещества, попавшие в организм с пищей, водой и воздухом.

А теперь, давайте отметим на карте места, с повышенным радиационным фоном. (*На каждую парту раздается карта мира*). Кто запомнил такие места на нашей планете? Где они находятся? Напоминаю вам эти места — это Франция, Бразилия, Индия, Египет, остров Ниуэ в Тихом океане. На подготовку вам дается три минуты. После этого отметим их на карте мира, расположенной на доске (Приложение 1 к уроку 2).

### *Техногенный радиационный фон*

Второй составляющей радиационного фона является техногенный радиационный фон, который формируется за счет рассеянных в окружающей среде естественных радионуклидов, извлеченных из недр земли вместе с полезными ископаемыми или содержащихся в стройматериалах.

Так, например, уголь содержит определенное количество природных радионуклидов, которые после его сжигания попадают в окружающую среду в виде зольной пыли. Ее выброс, несмотря на совершенствование систем очистки, остается очень высоким. Помимо этого, для производства удобрений добывается значительное количество фосфатов, а большинство разрабатываемых в настоящее время их месторождений содержит уран. Кроме того, сами производимые из природного сырья удобрения содержат радионуклиды, поступающие в результате их использования в сельском хозяйстве в почву и далее — в растения.

Некоторые страны эксплуатируют имеющиеся подземные ресурсы пара и горячей воды для производства электроэнергии и теплоснабжения. Выделение радона при этом в несколько раз превосходит аналогичный показатель для электростанций, работающих на угле.

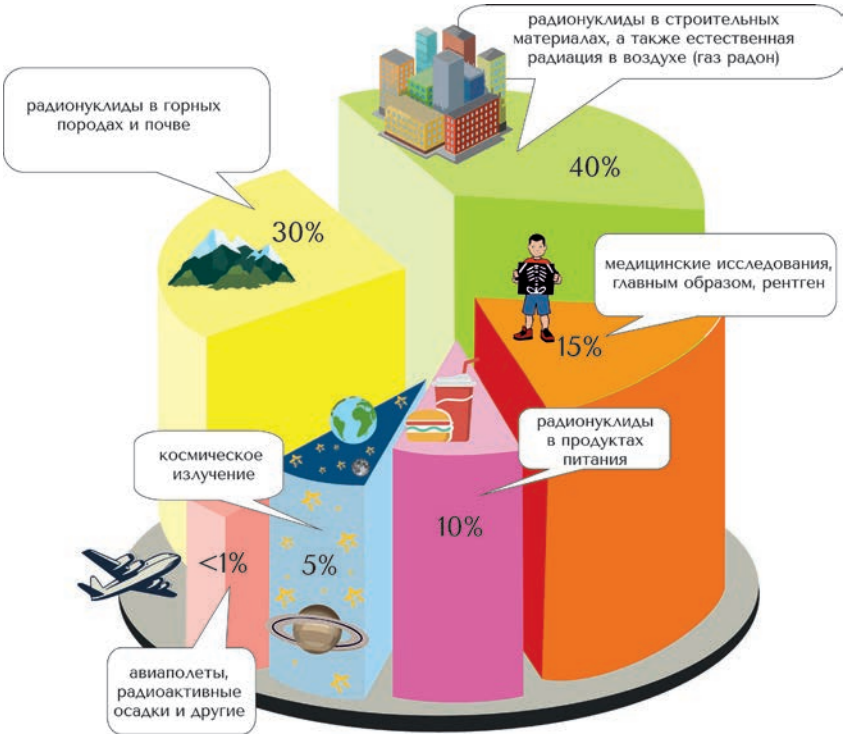
Таким образом, биосфера Земли непрерывно подвергается

воздействию низких уровней радиации от природных и техногенных источников, присутствующих в окружающей среде. При этом уровень радиационного фона меняется вследствие технологической деятельности человека.

Радиационный фон обусловлен также радиоактивностью продуктов ядерных взрывов, отходами ядерной энергетики и аварийных выбросов.

Производство электроэнергии на атомных электростанциях включает несколько стадий, начиная с добычи, переработки и производства топлива, и заканчивая переработкой отработавшего топлива и захоронением радиоактивных отходов. На каждом этапе этого цикла в окружающую среду попадают радиоактивные вещества. Но их количество настолько мало, что связанное с ними дополнительное облучение составляет не более 0,5 % от естественного фона. Конечно, в случае аварии количество радиоактивных веществ, поступающих в окружающую среду, и, соответственно, облучение становятся несоизмеримо больше. Испытания ядерного оружия в атмосфере также являются источником дополнительного облучения населения земного шара: за период с 1945 г. по 1980 г. было испытано около 500 ядерных устройств (в т. ч. в атмосфере), что привело к значительному выбросу радиоактивных веществ. Большая часть этих веществ уже выпала на поверхность Земли, и если испытания в атмосфере больше проводиться не будут, то облучение за счет этих радионуклидов будет непрерывно уменьшаться согласно закону радиоактивного распада.

Сегодня на уроке вы узнали, из каких составляющих складывается радиационный фон Земли. Перечислите их. Для закрепления материала предлагаю вам заполнить таблицу, в которой представлены источники ионизирующего излучения. Следует правильно их отнести к одной из составляющих радиационного фона. Первый ряд выбирает источники естественного радиационного фона, второй — техногенно измененного. На подготовку вам дается три минуты, после чего представитель каждого ряда напишет свой вариант ответа на доске (Приложение 2 к уроку 2).




### *Заключение*

***Учитель:*** Радионуклиды рассеяны в биосфере и повсеместно присутствуют в земных породах, воде, воздухе, пищевых продуктах и теле человека. Важно помнить, что все население нашей планеты постоянно подвергается воздействию ионизирующего излучения (радиации).

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вы узнали нового? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит анкету, которую нужно заполнить и сдать (Приложение 3 к уроку 2).

## VI. Подведение итогов урока.

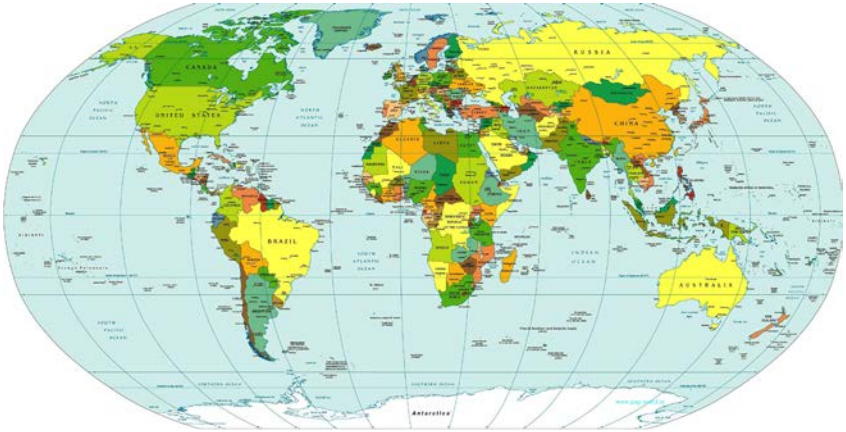
***Учитель:*** Сегодня на уроке вы познакомились с составляющими радиационного фона Земли, а также с источниками ионизирующего излучения. К естественным источникам ионизирующего излучения относятся радионуклиды земного происхождения, космическое излучение, а к искусственным — использование ископаемых видов топлива, глобальные выбросы ядерных испытаний, отходы ядерного топливного цикла, источники излучения в медицине.

Важно не забывать, что все живое на Земле постоянно подвергается воздействию ионизирующего излучения.

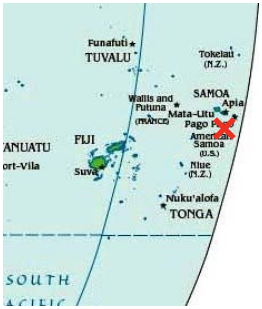
## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 2

Карта мира




Отмеченные места



Приложение 2 к уроку 2

## *Источники радиационного фона Земли*

| Естественный радиационный фон | Техногенный радиационный фон |
|---|---|
| | |

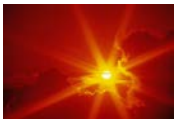
Аварии на ядерных установках

Добыча угля

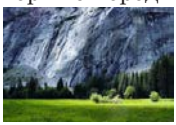
Космическое излучение

Ядерные испытания

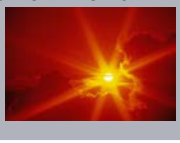
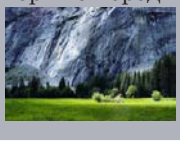
Солнечные вспышки



Горные породы



***Правильный ответ***

| Естественный радиационный фон | Техногенный радиационный фон |
|---|---|
| Аварии на ядерных установках Космическое излучение Солнечные вспышки  | Добыча угля Ядерные испытания Горные породы  |

Приложение 3 к уроку 2

## *Анкета вашего состояния*

Выберите из каждой предложенной пары состояние, которое наиболее полно соответствует вашему самочувствию после проведенного урока:

| | |
|---|---|
| Чувствую вдохновение (2 балла) | Чувствую подавленность (0 баллов) |
| Интересно (2 балла) | Не интересно (0 баллов) |
| Появилась уверенность в своих силах (2 балла) | Неуверен (0 баллов) |
| Не устал (2 балла) | Устал (0 баллов) |
| Старался (2 балла) | Не старался, безразлично (0 баллов) |
| Доволен собой (2 балла) | Недоволен (0 баллов) |
| Научился решать задачи (2 балла) | Не научился решать задачи (0 баллов) |
| Получил новые знания (2 балла) | Ничего не знаю по данной теме (0 баллов) |
| Доволен уроком (2 баллов) | Раздражен работой на уроке и самим уроком (0 баллов) |

Подсчитайте общее количество баллов.

# Урок 3

## Виды ионизирующего излучения

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомиться с видами ионизирующих излучений видами радиоактивных распадов.
*Развивающая* – развивать умения учащихся выделять главное, проводить анализ, синтез, сравнения, самостоятельно делать выводы.
*Воспитывающая* – формирование познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, в парах.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 9 мин
4. Работа над новым материалом. 25 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 3 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

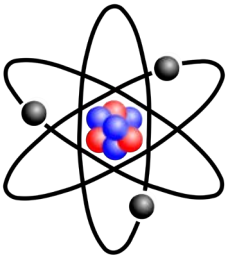
***Учитель:*** На прошлом уроке вы познакомились с источниками ионизирующего излучения. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого поиграем в игру «Домино». Сейчас каждой паре учащихся будет роздан комплект необходимых материалов для игры. Суть игры – сложить «доминошки» в пару, исходя из логически правильного выражения, которое начинается на одной «доминошке» и заканчивается на другой (Приложение 1 к уроку 3).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** На прошлом уроке мы проходили источники ионизирующего излучения. Что они представляют собой?

Все живое на Земле постоянно подвергается воздействию ионизирующего излучения, т.е. радиационного фона. Под радиационным фоном принято понимать ионизирующее излучение от природных (естественных) и искусственных радионуклидов. К естественным источникам относятся космическое излучение и радионуклиды земного происхождения, а к искусственным – радионуклиды, рассеянные в биосфере в результате деятельности человека.

Прежде, чем мы перейдем к знакомству с видами ионизирующих излучений, давайте вспомним, что же такое атом.



***Атом*** (от др.-греч. ἄτομος неделимый) – наименьшая неделимая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Атом состоит из атомного ядра и электронов. Ядро атома состоит из положительно заряженных протонов и незаряженных нейтронов.

Химические элементы – совокупность атомов с определенным зарядом ядра (Z). Д.И. Менделеев определял химические элементы так: «материальные части простых или сложных тел, которые придают им известную совокупность физических и химических свойств». Взаимосвязи химических элементов отражает периодическая система химических элементов (таблица Менделеева). Порядковый (атомный) номер элемента (А) в ней равен заряду ядра, который, в свою очередь, численно равен количеству содержащихся в ядре протонов. Химические элементы являются фундаментом всей химии, поскольку из них состоят все известные на сегодня химические соединения (в настоящее время известно около 27 млн. только органических соединений), а также все те, которые будут когда-нибудь получены.

$$ {}^{A}_{Z}X $$

*Сейчас вы все получите таблицу Менделеева и с ее помощью выполните задание. Каждый вариант находит в таблице элементы и называет их порядковый номер. На эту работу вам дается 5 минут, после чего проверим правильность ответов.*

*1 вариант: углерод, калий, кобальт, стронций, индий, радон*

*2 вариант: кислород, кальций, цинк, цирконий, цезий, радий*

А теперь давайте разберемся, какие виды ионизирующих излучений существуют.

### *Виды ионизирующих излучений*

Ядра атомов устойчивы, но изменяют свое состояние при нарушении определенного соотношения протонов и нейтронов. В легких ядрах должно быть примерно поровну протонов и нейтронов. Если в ядрах имеется избыток или недостаток нейтронов, то такие ядра неустойчивы и претерпевают самопроизвольные радиоактивные превращения, в результате которых изменяется состав ядра и, следовательно, ядро атома одного элемента превращается в ядро атома другого элемента. При этом процессе испускаются ядерные излучения.

Существует несколько видов ионизирующих излучений: α- (альфа), β- (бета) и γ- (гамма) излучения.

***Альфа-излучение*** – поток положительно заряженных частиц, состоящих из 2-х протонов и 2-х нейтронов (ядер атомов

гелия – $^{4}_{2}$He), которые движутся со скоростью около 20000 км/с. Альфа-частицы образуются при радиоактивном распаде ядер элементов с большими порядковыми номерами (Z > 83). Альфа-частицы задерживаются листом бумаги и практически не могут проникать через внешний (наружный) слой кожи, поглощаясь ее роговым слоем. Поэтому альфа-излучение не представляет опасности до той поры, пока радиоактивные вещества, излучающие альфа-частицы, не попадут внутрь организма с пищей или вдыхаемым воздухом. Вот тогда они становятся ***чрезвычайно опасными***.

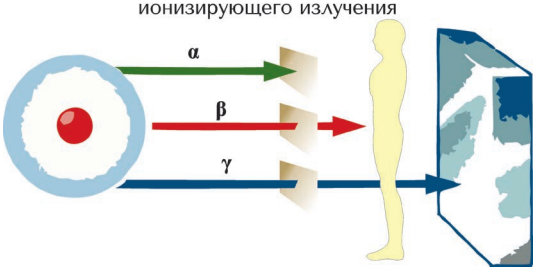
***Бета-излучение*** – поток бета-частиц, состоящий из электронов (отрицательно заряженных частиц) или позитронов (положительно заряженных частиц), испускаемых атомными ядрами при их бета-распаде.

β-частицы распространяются в воздухе до 15 м, в биоткани – на глубину до 15 мм, в алюминии – до 5 мм. Одежда наполовину ослабляет их действие.

β-частицы не проходят через оконное стекло и металлические предметы толщиной несколько миллиметров, однако опасны при контакте с кожей.

***Гамма-излучение*** – это поток электромагнитных волн (квантов), которые излучаются в процессе радиоактивного распада при изменении энергетического состояния ядер. Скорость их распространения в вакууме равняется скорости света – 300 000 км/с. Гамма-лучи обладают большой проникающей способностью и свободно проходят через тело человека. Это излучение наиболее опасно для человека. Например, чтобы ослабить в 2 раза гамма-излучение радиоактивного кобальта – $^{60}_{27}$Co нужно взять слой свинца в 1,6 см или слой бетона в 10 см.

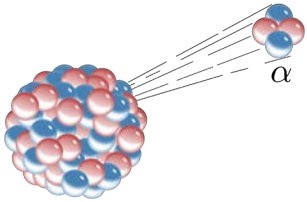
Проникающая способность различных видов ионизирующего излучения




Ранее мы упоминали про радиоактивный распад ядер. Что же это такое? Радиоактивный распад (от лат. radius «луч» и āctīvus «действенный») — спонтанное изменение состава или внутреннего строения нестабильных атомных ядер, сопровождающееся испусканием элементарных частиц или гамма-квантов. В соответст-

вии с видами радиоактивных излучений существуют несколько видов радиоактивного распада (типов радиоактивных превращений). Радиоактивному превращению подвергаются элементы, в ядрах которых имеется избыток нейтронов. Рассмотрим виды радиоактивного распада.

**1. Альфа-распад (α-распад)**

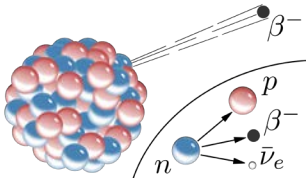



Альфа-распад сопровождается испусканием из ядра неустойчивого элемента альфа-частицы, которая представляет собой ядро атома гелия ($^{4}_{2}$He). Заряд ядра (Z) уменьшается на 2, а массовое число (А) – на 4:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}У + {}^{4}_{2}He$$

$$* \ {}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$$

**2. Бета-распад.**




а) **электронный бета-распад (β-распад)** характерен как для естественных, так и для искусственных радионуклидов, которые имеют излишек нейтронов. При таком виде распада один из нейтронов превращается в протон, а ядро испускает электрон и антинейтрино. Заряд ядра и, соответственно, атомный номер элемента при этом увеличивается на единицу, а массовое число остается без изменений.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}У + e^{-} + v^{-}$$

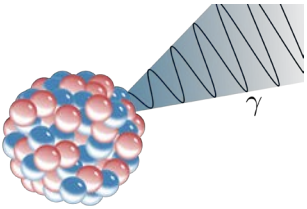
$$* \ {}^{241}_{94}Pu \rightarrow {}^{241}_{95}Am + e^{-} + v^{-}$$

б) **позитронный бета-распад (β+-распад)** наблюдается у некоторых искусственных радиоактивных изотопов, у которых в ядре имеется излишек протонов. При позитронном бета-распаде один из протонов превращается в нейтрон, заряд ядра и соответственно атомный номер уменьшается на единицу, а массовое число остается без изменений. Ядро испускает позитрон и нейтрино.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}У + e^{+} + v^{+}$$

$$* \ {}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + e^{+} + v^{+};$$

**3. Гамма-излучение (γ-излучение).**




Почти все ядра имеют кроме основного состояния еще и возбужденное. Возбужденное (в результате того или иного ядерного превращения) состояние ядра атома свидетельствует о наличии в нем избытка энергии. В состояние с меньшей энергией возбужденное ядро может переходить путем излучения гамма-кванта (γ-квант).

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma $$

$$ * \; {}^{240}_{94}Pu^{*} \rightarrow {}^{240}_{94}Pu + \gamma $$

А теперь самостоятельно допишите уравнения реакций распада предложенных элементов:

$$ * \; {}^{64}_{29}Cu \rightarrow \ldots + e^{+} + v^{+} $$

$$ * \; {}^{40}_{19}K \rightarrow \ldots + e^{-} + v^{-} $$

$$ * \; {}^{226}_{88}Ra \rightarrow \ldots + {}^{222}_{86}Th $$

$$ * \; {}^{137}_{56}Ba^{*} \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + \ldots $$

Правильный ответ:

$$ * \; {}^{64}_{29}Cu \rightarrow {}^{64}_{28}Ni + e^{+} + v^{+} $$

$$ * \; {}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{20}Ca + e^{-} + v^{-} $$

$$ * \; {}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{222}_{86}Th $$

$$ * \; {}^{137}_{56}Ba^{*} \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + \gamma $$

## *Заключение*

***Учитель:*** Альфа-, бета- и гамма-излучения, которые сопровождают процессы радиоактивного распада, могут прямо или косвенно вызывать ионизацию вещества. В отличие от химически токсичных веществ, свойства которых можно изменить путем химических превращений, способность радионуклидов претерпевать радиоактивный распад нельзя устранить посредством:

- химических превращений,
- изменения агрегатного состояния радиоактивного вещества (замораживания, растворения, испарения и т.п.),
- биологического воздействия.

Однако организм можно защитить от внешнего воздействия альфа- и бета-излучений с помощью одежды или других разнообразных доступных средств. Степень воздействия гамма-излучения можно уменьшить, сократив время пребывания на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вы узнали нового? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Какие виды ионизирующих излучений вы знаете? В чем разница между ними?

2 вариант: Одинаковая ли проникающая способность у всех видов ионизирующего излучения? Какое из них самое опасное? Почему?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Для закрепления материала ответьте на следующие вопросы:

1. С какими видами ионизирующего излучения вы познакомились сегодня на уроке?
2. Что представляет собой альфа-излучение?
3. Что представляет собой бета-излучение?
4. Что представляет собой гамма-излучение?
5. Какое излучение имеет наибольшую проникающую способность?

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 3

## *Дидактическая игра «Домино» на тему «Источники ионизирующего излучения»*

**Цель:** в игровой форме проверить знания учащихся по данной теме, владение терминологией.

**Правила игры:** сложить «доминошки» в пару, исходя из логически правильного выражения, которое начинается на одной «доминошке» и заканчивается на другой.

| | |
|---|---|
| Ионизирующее излучение представляет собой … | потоки заряженных и нейтральных частиц, а также электромагнитных волн. |
| При прохождении через вещество ионизирующее излучение… | вызывает в нём ионизацию. |
| Все живое на Земле постоянно подвергается воздействию … | ионизирующего излучения. |
| Источники ионизирующего излучения делятся на… | естественные и искусственные. |
| К естественным источникам ионизирующего излучения относятся… | космическое излучение, радионуклиды земного происхождения, газ радон и т. д. |
| К искусственным источникам ионизирующего излучения относятся… | медицинское облучение, ядерные испытания, отходы ядерной энергетики. |
| Космическое излучение состоит из… | протонов, ядер гелия и других частиц |
| Уровень облучения растёт с высотой… | над поверхностью Земли. |
| Газ радон – … | естественный источник радиации, невидимый, не имеющий вкуса и запаха. |
| Искусственный радиационный фон обусловлен радиоактивностью… | продуктов ядерных взрывов и радиационных аварий, отходов ядерной энергетики, выбросов ТЭЦ. |
| В процессе добычи и переработки природных фосфатов… | выделяется радон. |
| Медицинское облучение отличается от облучения другими источниками тем, … | что людей облучают целенаправленно. |

# Урок 4

## Внешнее и внутреннее облучение. Дозы ионизирующего излучения и приборы их контроля.

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомиться с видами облучения, дозами ионизирующего излучения, приборами контроля доз облучения.
*Развивающая* – способствовать развитию логического мышления, развивать умения обобщать данные и делать выводы.
*Воспитывающая* – пособствовать формированию научного мировоззрения.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, в парах.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 6 мин
4. Работа над новым материалом. 28 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 3 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы познакомились с видами ионизирующего излучения. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого поочередно ответим на вопросы (Приложение 1 к уроку 4).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** На прошлом уроке мы знакомились с видами ионизирующего излучения. Каковы особенности каждого вида?

Итак, ионизирующее излучение представлено несколькими видами: α- (альфа), β- (бета) и γ- (гамма) излучения. ***Альфа-излучение*** — поток положительно заряженных частиц (ядер атомов гелия — $^{4}_{2}\mathrm{He}$). ***Бета-излучение*** — поток бета-частиц, состоящий из электронов (отрицательно заряженных частиц) или позитронов (положительно заряженных частиц), испускаемых атомными ядрами при их бета-распаде. ***Гамма-излучение*** — это электромагнитные волны (γ-кванты), которые излучаются в процессе радиоактивного распада, например при изменении энергетического состояния ядер.

Различия имеются и внутри каждого вида ионизирующих излучений, обусловливая их большую или меньшую проникающую способность и другие особенности. При внешнем облучении наибольшую опасность представляет гамма-излучение.

Любые объекты на нашей планете, живые и неживые, искусственные и естественные, находятся под постоянным воздействием ионизирующих излучений. Мы с вами уже познакомились с источниками ионизирующего излучения, теперь давайте разберемся, каким образом излучения воздействуют на человека.

***Существует два пути воздействия излучения на ткани:***

***внешнее*** облучение ***внутреннее*** облучение

***Внешнее облучение*** происходит от источников, расположенных вне организма. Основными источниками внешнего облучения являются космическое излучение, естественные радионуклиды почвы и воздуха, радиоактивные вещества, которые появляются в результате проведения испытаний ядерного оружия и аварий ядерных реакторов.

Наиболее существенный вклад в облучение человеческого организма вносят гамма-излучающие радионуклиды. В настоящее время основным источником внешнего облучения от «чернобыльских» радионуклидов является долгоживущий радиоактивный цезий-137, период полураспада которого составляет около 30 лет.

***Внутреннее облучение*** — это облучение организма от находящихся внутри него радиоактивных веществ, которые могут попадать в тело человека тремя путями: через органы дыхания (при вдыхании загрязненного радиоактивными аэрозолями воздуха), через желудочно-кишечный тракт (с продуктами питания и водой), через кожу. С воздухом в организм человека поступает немногим более 1% радиоактивности. Примерно 5% попадает с питьевой водой. Основной опасностью является поступление радионуклидов с пищей.

Воздействие радиации на человека называют ***облучением***. Основу этого воздействия составляет передача энергии ионизирующего излучения клеткам организма, который воспринимает природный фон и сопоставимые с ним уровни облучения как привычные для себя факторы внешней среды. Чем больше энергии передаст излучение тканям, тем больше повреждений оно может вызвать в организме. Количество переданной организму энергии от любого вида ионизирующего излучения называется ***дозой***. Об опасности облучения говорят тогда, когда полученные дозы в десятки и сотни раз превышают уровень доз от природного фона.

Доза внешнего облучения формируется, главным образом, за счет воздействия гамма-излучения. Альфа- и бета-излучения не вносят существенного вклада в общее внешнее облучение живых организмов, так как, в основном, поглощаются воздухом или эпидермисом кожи. Радиационное поражение кожных покровов бета-излучением возможно, в основном, при нахождении на открытом пространстве в момент выпадения радиоактивных про-

дуктов ядерного взрыва или других радиоактивных осадков. При этом особо опасны для человека α-излучающие радионуклиды, попавшие внутрь организма и вызывающие облучение различных органов и тканей, определяя дозу внутреннего облучения человека. В данном случае ни одежда, ни кожа не выполняют своих защитных функций.

### *Как радионуклиды попадают в организм человека?*

Радионуклиды, выпавшие на поверхность Земли, перераспределяются в окружающей среде и, наряду с естественными радионуклидами, воздействуют на организм человека. Вместе с легкими частицами почвы при ветровом подъеме радионуклиды попадают в воздух, которым дышит человек, перераспределяются в почве, переходят из почвы в поверхностные и грунтовые воды, усваиваются наземными и водными растениями и, таким образом, поступают в продукты питания растительного происхождения. Растения также служат кормом животным, поэтому продукты питания животного происхождения также могут содержать радионуклиды.

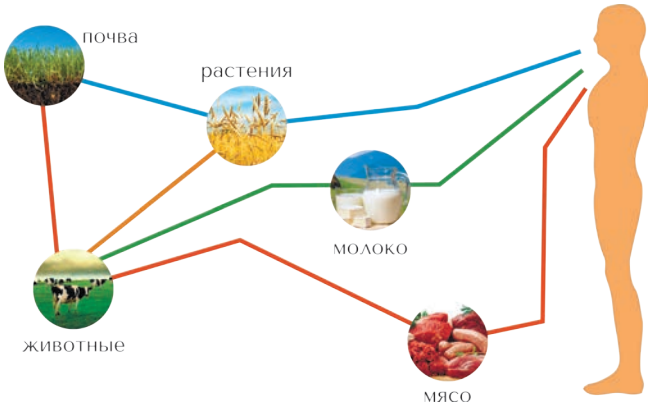
Указанные пути поступления радионуклидов в организм человека называют «пищевыми цепочками». Существуют следующие основные пищевые цепочки:

«почва – продукты растительного происхождения (хлеб, овощи, фрукты) – человек»;

«почва – растительность – молочный скот – молоко – человек»;

«почва – растительность – животное – мясные продукты – человек»;

«водоем – рыба (и другие обитатели водоема) – человек».



Важнейшим звеном поступления радионуклидов в организм человека является их переход из почвы в растения (в основном, через корневую систему). Лучше всего растениями поглощаются радионуклиды, которые находятся в растворимой форме и легче поступают в почвенную влагу. Среди «чернобыльских» радионуклидов более подвижен стронций-90. В большинстве видов почв цезий-137 находится в почве в малоподвижном состоянии.

Радионуклиды могут равномерно распределяться в теле человека (например, радиоактивный натрий), а могут избирательно накапливаться в отдельных органах и тканях: радиоактивный йод – в щитовидной железе, стронций – в костях, цезий – в мягких тканях и т.д. Таким образом, может происходить равномерное или неравномерное облучение. Величина дозы облучения, которую ткань или орган поглощает за счет внутреннего облучения, зависит от свойств радиоактивного элемента и от его количества в организме.

Для ограничения внутреннего облучения населения с 1986 г. в республике принято нормирование допустимого содержания радионуклидов в пищевых продуктах. В 1999 году введены действующие в настоящее время Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99).

*Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)*

| № п/п | Наименование продукта | Бк/кг, Бк/л |
|---|---|---|
| **Для цезия-137** | | |
| 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 продуты 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** | | |
| 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 |

### *Если радионуклиды попали в организм, это уже навсегда?*

Нет. Все вещества (и радиоактивные и нерадиоактивные) выводятся из организма с определенной скоростью в процессе обмена веществ. Время, которое требуется для выведения половины вещества, называется биологическим периодом полувыведения: для цезия-137 период полувыведения (время, за которое в организме остается половина поступившего в организм радионуклида) – около 120 дней.

А теперь давайте посмотрим, насколько вам был понятен новый материал и успешно ли вы его запомнили. Для этого вам нужно за 2 мин разгадать кроссворд и назвать зашифрованное слово. После этого правильные ответы мы впишем с вами вместе (Приложение 2 к уроку 4).

### *Дозы ионизирующего излучения*

Количество переданной излучением организму энергии называется ***дозой***. Это наиболее важная характеристика для оценки воздействия радиации на здоровье. Дозу облучения организм может получить от любого радионуклида или их смеси независимо от того, находятся ли они вне организма или внутри его.

Количество энергии ионизирующего излучения, которое поглощается единицей массы облучаемого тела, называется ***поглощенной дозой*** и измеряется в ***Греях (Гр)***. Смертельная доза для человека составляет 8-10 Грей. ***Эквивалентная и эффективные дозы*** учитывают способность различных видов излучения по-разному повреждать биологические ткани организма и их радиационную чувствительность. ***Эквивалентная доза*** – поглощенная доза в органе или ткани умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент данного вида излучения. ***Эффективная доза*** – это величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Обе эти дозы измеряют в единицах, называемых ***Зивертами (Зв)***. Одна тысячная часть Зиверта называется миллиЗиверт и обозначается мЗв, а одна его миллионная – микроЗиверт и обозначается мкЗв. В нормальных условиях уровень облучения человека составляет несколько мЗв в год.

| Основные дозиметрические величины и единицы | | | |
|---|---|---|---|
| Величина | Наименование и обозначение единицы измерения | | Соотношения между единицами |
| | Внесистемные | СИ | |
| Активность нуклида, А | Кюри (Ки, Ci) | Беккерель (Бк, Bq) | 1 Ки = $3{,}7 \times 10^{10}$ Бк<br>1 Бк = 1 расп/с<br>1 Бк = $2{,}7 \times 10^{-11}$ Ки |
| Поглощенная доза, D | Рад (рад, rad) | Грей (Гр, Gy) | 1 рад = 0,01 Гр<br>1 Гр = 1 Дж/кг |
| Эквивалентная доза, H; Эффективная доза, E | Бэр (бэр, rem) | Зиверт (Зв, Sv) | 1 бэр = 0,01 Зв<br>1 Зв = 100 бэр |

### *Контроль доз облучения*

Радиоактивные излучения не воспринимаются органами чувств. Наличие радиоактивных веществ на местности нельзя обнаружить визуально (зрительно) или органолептически (с помощью других органов чувств), а облучение людей может происходить незаметно для них. Для обнаружения радиоактивных веществ в воздухе, на местности, различных предметах, контроля полученных доз облучения созданы специальные приборы радиационного контроля. Основной ***задачей дозиметрии*** является обнаружение и оценка степени опасности ионизирующих излучений для населения в различных условиях радиационной обстановки.

Работа дозиметрических приборов основана на способности излучений ионизировать вещество среды, в котором распространяется излучение. Ионизация, в свою очередь, является причиной некоторых физических и химических изменений в веществе, которые могут быть обнаружены и измерены. К таким изменениям относятся: увеличение электропроводимости (газов, жидкостей, твердых материалов), люминесценция (свечение) веществ и др.

Контроль внешнего облучения производится ***дозиметрами***, которые могут измерять мощность экспозиционной дозы.

***Радиометры*** применяются для обнаружения и определения степени радиоактивного загрязнения поверхностей и оборудования альфа- и бета-частицами, а также с целью определения содержания радионуклидов в пробах внешней среды.

Таким образом, ***дозиметрический контроль*** – это система мероприятий, организуемых для контроля радиоактивного облучения населения и определения степени радиоактивного загрязнения техники, производственного оборудования, продовольствия, воды и т.д. Дозиметрический контроль включает *контроль облучения* и *контроль радиоактивного загрязнения*.

*Контроль облучения* проводится с целью своевременного получения данных о поглощенных дозах населения. По данным контроля устанавливается факт внешнего воздействия ионизирующих излучений, оценивается работоспособность людей и определяются их радиационные поражения с целью определения

необходимости лечения в медицинских учреждениях. Контроль облучения подразделяется на ***групповой и индивидуальный***.

***Индивидуальный контроль*** проводится с целью получения данных о дозах облучения конкретного человека. Для этого ему выдается индивидуальный дозиметр. Учет полученных доз ведется в индивидуальной карточке учета доз облучения и в журнале контроля облучения (дозы записываются нарастающим итогом).

*Контроль радиоактивного загрязнения* проводится для определения степени радиоактивного загрязнения людей (кожных покровов и одежды), техники, транспорта, оборудования. Этот контроль проводится, как правило, после выполнения работ на загрязненной территории, при проведении полной специальной обработки.

Вопрос на сообразительность: каким прибором измеряют дозу облучения лесника, а каким – количество радионуклидов в грибах (Приложение 3 к уроку 4)?

### *Заключение*

***Учитель:*** Радиоактивные вещества могут попадать в организм человека тремя путями: через органы дыхания, с продуктами питания и водой, через кожу. С воздухом в организм человека поступает немногим более 1% радиоактивности. Примерно 5% попадает с питьевой водой. Основной опасностью является поступление радионуклидов с пищей.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Внешнее или внутренне облучение от α-излучателей опаснее для здоровья человека? Почему?

2 вариант: Что такое дозиметрический контроль? Чем отличается индивидуальный дозиметрический контроль от группового?

## VI. Подведение итогов урока.

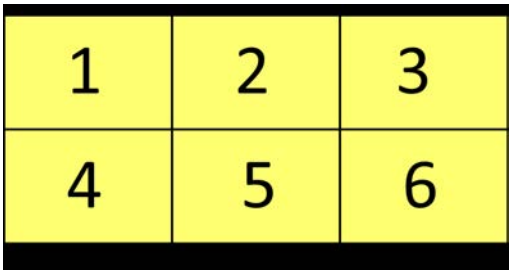
***Учитель:*** Сегодня на уроке вы узнали, каким образом радионуклиды поступают к нам в организм, почему важны контроль доз облучения и какими приборами можно для этих целей пользоваться. Надеюсь, новая информация была познавательной.

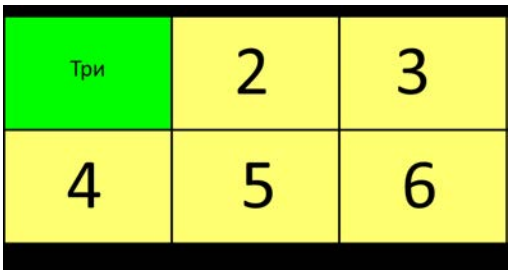
## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 4

## ***Вопросы для актуализации знаний***

1. Сколько видов ионизирующего излучения вы знаете? (*Ответ: три*)
2. Какое ионизирующее излучение обладает наибольшей проникающей способностью? (*Ответ: гамма-излучение*)
3. Какое излучение способен задержать листом бумаги? (*Ответ: альфа-излучение*)
4. α-частица – это ядро химического элемента …? (*Ответ: гелий*)
5. При каком виде радиоактивного распада массовое число остается неизменным? (*Ответ: бета-распад)*
6. Какие две частицы могут испускаться при бета-распаде? (*Ответ: при $\beta^-$-распаде – электрон; при $\beta^+$-распаде – позитрон*)



| Три | Гамма-излучение | Альфа-излучение |
|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 |

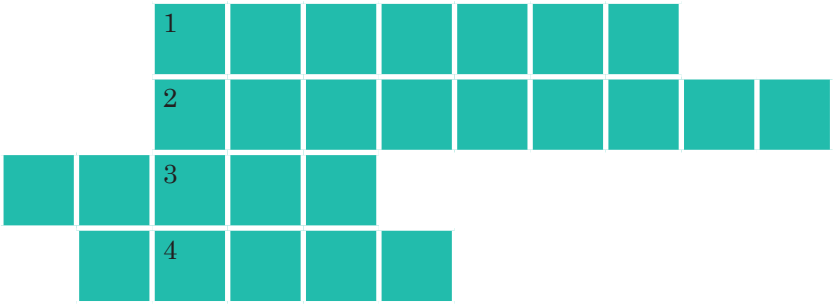
| Три | Гамма-излучение | Альфа-излучение |
|---|---|---|
| Гелий | 5 | 6 |

| Три | Гамма-излучение | Альфа-излучение |
|---|---|---|
| Гелий | Бета-распад | 6 |

| Три | Гамма-излучение | Альфа-излучение |
|---|---|---|
| Гелий | Бета-распад | при $\beta^-$-распаде – электрон; при $\beta^+$-распаде – позитрон |

Приложение 2 к уроку 4

## *Кроссворд*




1. Ингаляционный путь поступления радионуклидов
2. Воздействие радиации на человека
3. В настоящее время основной дозообразующий радионуклид «чернобыльского» происхождения
4. Вид ионизирующего излучения, за счет которого формируется доза внешнего облучения

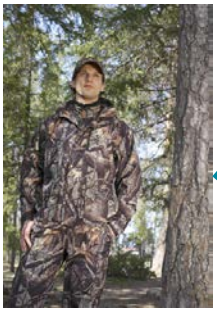
### *Ответы*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Д | Ы | Х | А | Н | И | Е | |
| | | О | Б | Л | У | Ч | Е | Н | И | Е |
| Ц | Е | З | И | Й | | | | | |
| | Г | А | М | М | А | | | | |

Приложение 3 к уроку 4

Радиометр

Дозиметр



Радиометр

Дозиметр

# Урок 5

## Биологическое действие ионизирующего излучения

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить учащихся с понятиями доз ионизирующего излучения, радиационных эффектов облучения человека, особенностями накопления радионуклидов в организме человека.
*Развивающая* – способствовать развитию логического мышления, развивать умения обобщать данные и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию научного мировоззрения.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, в парах, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 6 мин
4. Работа над новым материалом. 30 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы познакомились с внешним и внутренним облучениями организма радионуклидами, а также с дозами ионизирующего излучения и приборами их контроля. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого проведем блиц-опрос (Приложение 1 к уроку 5).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Действие ионизирующего излучения является сложным процессом. Эффект облучения зависит от величины поглощенной дозы, ее мощности, вида излучения, объема облученных тканей и органов. На прошлом уроке мы с вами уже немного познакомились с дозами ионизирующего излучения, давайте теперь остановимся на этой теме более подробно.

### *Поглощенная доза*

После того, как были открыты альфа- и бета-излучение, возник вопрос оценки воздействия излучений на объекты окружающей среды. В связи с этим была предложена универсальная характеристика – поглощенная доза.

***Поглощенная доза*** – количество энергии (E), переданное веществу ионизирующим излучением любого вида в пересчете на единицу массы (m) любого вещества. Измеряется в Греях (в системе СИ):

**1 Дж/кг = 1 Грей.**

**Внесистемная единица – рад**

**1 Грей = 100 рад.**

### *Эквивалентная доза*

Установлено, что при облучении биологической ткани человека одним и тем же количеством энергии (то есть при получении одной и той же дозы), но различными видами излучения, последст-

вия для здоровья будут разными. Например, при облучении тела человека альфа-частицами вероятность заболеть раком значительно выше, чем при облучении бета-частицами или гамма-лучами. Поэтому для оценки облучения биологических тканей была введена такая характеристика, как ***эквивалентная доза***.

***Эквивалентная доза*** – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий коэффициент качества излучения (WR) данного вида излучения (R).

Например, коэффициент качества для альфа-излучения равен 20, а для фотонов – 1.

Единица измерения эквивалентной дозы в системе СИ – Зиверт (Зв).

Внесистемная единица – бэр.

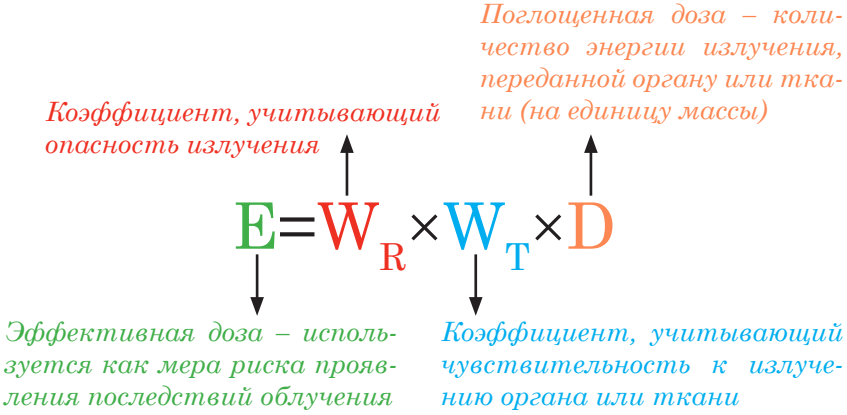
1 Зв = 100 бэр

### *Эффективная доза*

Для того чтобы определить вред, который радиация наносит нашему организму, используется понятие ***эффективной дозы***. Эффективная доза учитывает три аспекта:

- количество энергии излучения (в джоулях), поглощенной органом или тканью (на единицу массы)
- вид излучения (поскольку разные виды излучения отличаются по степени опасности)
- чувствительность разных органов и тканей к излучению.

Единица измерения эффективной дозы в системе СИ – Зиверт (Зв).



*Взвешивающие коэффициенты, WT*

| Орган, ткань | $W_T$ |
|---|---|
| Красный костный мозг, толстый кишечник, легкие, желудок, молочная железа, остальные ткани* | 0,12 |
| Гонады | 0,08 |
| Мочевой пузырь, пищевод, печень, щитовидная железа | 0,04 |
| Костная поверхность, кожа, головной мозг, слюнные железы | 0,01 |

* Ткани категории «Остальные» включают: надпочечники, ткани экстраторакального отдела, желчный пузырь, сердце, почки, лимфоузлы, мышечную ткань, слизистую полости рта, поджелудочную железу, тонкий кишечник, селезенку, тимус, предстательную железу (мужчины), матку/шейку матки (женщины).

Для наглядности давайте решим задачу на расчет эффективной дозы.

*Задача: Коэффициент качества для альфа-излучения равен 20. Поглощенная доза от этого излучения составляет 1 мГр. Чему равна эффективная доза для желудка? 1 мГр = 0,001Гр = $10^{-3}$ Гр*

*Решение: E = 20 * 0,12 * $10^{-3}$ = 2,4 мЗв*

## Воздействие радиации на живой организм

Давайте узнаем, чем же вредна радиация для живого организма вообще и для человека в частности.

При облучении в органах и тканях биологических объектов, как и в любой среде, происходят процессы ионизации и возбуждения атомов. Эти процессы лежат в основе биологического действия излучений, мерой которого является количество поглощенной в организме энергии.

В реакции организма на облучение можно выделить четыре фазы. Первые три фазы длятся не более нескольких микросекунд, в течение которых происходят различные молекулярные изменения. В четвертой, медленной фазе, эти изменения переходят в функциональные и структурные нарушения в клетках, органах и организме в целом.

Чувствительность клеток к ионизирующему излучению различна, но все они наиболее восприимчивы к действию излучения

(радиочувствительны) в период деления. Следовательно, растущая ткань (в детском организме) или ткань с высокой скоростью клеточного деления более чувствительны к действию ионизирующего излучения по сравнению с другими тканями.

Так, например, органы кроветворения (костный мозг, лимфатические узлы, селезенка) и пищеварения (слизистые оболочки желудка и кишечника), половые железы (семенники и яичники) состоят из интенсивно делящихся клеток и относятся к наиболее радиочувствительным органам. По этой же причине сформировавшийся организм более устойчив к действию радиации, чем формирующийся организм ребенка или подростка. Среди органов пищеварения наибольшей радиочувствительностью обладает тонкий кишечник. Радиочувствительность остальных органов пищеварения снижается в ряду: полость рта – язык – слюнные железы – пищевод – желудок – прямая и ободочная кишка – поджелудочная железа – печень. Печень более устойчива к действию радиации по сравнению с костным мозгом и кишечником, однако возникшие в ней нарушения могут сохраняться в течение продолжительного времени. Восстановление клеток печени происходит значительно медленнее, чем клеток костного мозга или кишечника.

Мерой радиочувствительности является доза облучения, вызывающая гибель 50% клеток или организмов. Чем меньше такая доза, тем более радиочувствителен биологический объект. При этом нарушения у делящихся клеток могут проявляться как непосредственно после облучения, так и через некоторое время после облучения.

Эффекты воздействия радиации на человека делятся на две категории: детерминированные (предопределенные, закономерные) и стохастические (случайные, вероятностные).

***Детерминированные эффекты*** возникают при превышении определенного уровня доз и обычно характерны для больших доз ионизирующего излучения (1 Гр и выше). Они обычно возникают в том случае, когда в результате облучения погибло или стало неспособным к делению значительное количество клеток ткани или органа человека, что может привести к нарушению их функций. К детерминированным эффектам относятся все острые последствия облучения (радиационные ожоги, лучевая болезнь и др.), а также эффекты, вызванные хроническим облучением при накоплении доз до определенных уровней (например, радиационная катаракта). Каждому человеку свойственна индивидуальная чувствительность к действию ионизирующего излучения. У людей с неодинаковой радиочувствительностью сходные детерминированные эффекты могут проявляться при разных дозах облучения.

***Стохастические (вероятные) эффекты*** – это эффекты, о которых невозможно определенно сказать, проявятся они у конкретного человека или нет. Стохастические эффекты наблюдаются при средних (от 0,2 до 1 Гр) и малых (менее 0,2 Гр) дозах облучения. Стохастические эффекты проявляются в виде злокачественных нообразований и генетических (наследственных) заболеваний, которые могут возникать через длительное время после облучения (в некоторых случаях – через десятилетия, а иногда даже у потомков человека, подвергшегося облучению). В настоящее время полагают, что стохастические эффекты (в отличие от детерминированных эффектов) являются беспороговыми, то есть могут возникать при любых, сколь угодно малых дозах облучения.

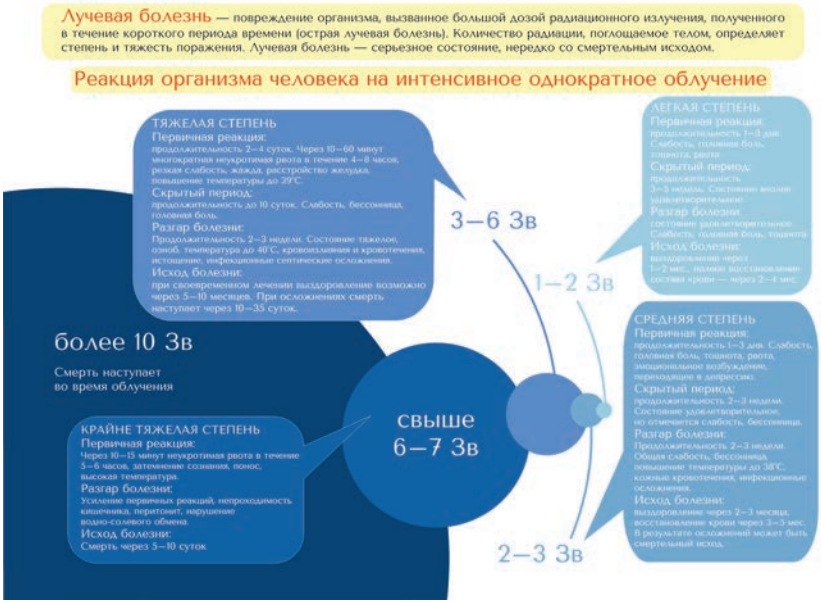
Зависимость тяжести последствий от величины дозы облучения показана ниже.

*Воздействие различных доз облучения на человеческий организм*

| Поглощенная доза, Гр | Реакция организма |
|---|---|
| $(0{,}001 – 0{,}01)\ 10^{-3}$ | Доза от естественных источников в год |
| 0,05 | Предельно допустимая доза профессионального облучения в год |
| 0,2 – 0,5 | Возможное изменение состава крови |
| 1 – 2 | Развитие легкой степени лучевой болезни |
| 3 – 5 | Тяжелая степень лучевой болезни. Смертность приближается к 50% |
| 6 | Повреждения центральной нервной системы. Смертность приближается к 100% |
| > 8 | Смерть практически неизбежна |

Большие дозы ионизирующего излучения приводят к лучевой болезни.

***Лучевая болезнь*** – это комплексная реакция организма на большие дозы ионизирующего излучения. Она может быть острой и хронической. Кратковременное действие ионизирующего излучения в больших дозах может приводить к острой луче-



вой болезни. Она, в зависимости от величины поглощенной дозы, по степени тяжести делится на легкую, среднюю и тяжелую формы. Например, при дозах выше 10 Гр развивается крайне тяжелая форма болезни с очень быстрым течением, которая обычно завершается гибелью организма. Подобные условия облучения могут возникнуть при ядерных взрывах и тяжелых ядерных авариях.

***Накопление радионуклидов в организме человека.***

Судьба радионуклидов, попавших в организм, зависит от их свойств и химической природы. Различные вещества по-разному накапливаются и выводятся из организма. Радионуклиды накапливаются в органах неравномерно. В процессе обмена веществ в организме человека они замещают атомы в различных структурах клеток. Эффект радиационного воздействия может проявиться совсем не в том месте, которое подвергалось облучению.

Наиболее интенсивно облучаются органы, через которые радионуклиды поступили в организм (органы дыхания и пищеварения), а также щитовидная железа и печень. По способности концентрировать радионуклиды основные органы можно расположить в следующий ряд:

***Щитовидная железа>печень>скелет>мышцы***

Классификация радионуклидов по характеру распределения в организме человека:

накапливающиеся преимущественно в костной ткани – **$^{45}$Ca, $^{90}$Sr, $^{226}$Ra**

равномерно распределяющиеся по мягким тканям – **$^{87}$Pb, $^{137}$Cs, $^{210}$Pb, $^{40}$K, $^{14}$C**

накапливающиеся в кроветворных органах – радиоактивные изотопы полония **(Po)**, золота **(Au)**

***Йод ($^{131}$I).*** Период полураспада 8 суток. Избирательно накапливается в щитовидной железе, где его концентрация в 100-200 раз больше, чем в других тканях. При облучении в больших дозах происходит потеря функции щитовидной железы. В дальнейшем увеличивается вероятность возникновения доброкачественных и злокачественных опухолей железы.

***Стронций ($^{90}$Sr).*** Период полураспада составляет 28,5 лет. Стронций избирательно накапливается в основном в костях, и, следовательно, облучению подвергается костная ткань, костный мозг, кроветворная система. Исследования показали, что радиоактивный стронций может находиться и в костях новорожденных. Биологический период полувыведения стронция из скелета

составляет свыше 30 лет. До сих пор не найдено эффективных средств для ускорения выведения этого радиоактивного элемента из организма.

***Цезий ($^{137}Cs$).*** Период полураспада составляет 30 лет. Он хорошо накапливается растениями, попадает в пищевые продукты и быстро всасывается в желудочно-кишечном тракте. До 80% этого радионуклида откладывается в мышечной ткани. Цезий активно участвует в биологических процессах, поэтому, в отличие от стронция, биологический период его полувыведения у взрослых людей колеблется от 50 до 200 суток, а содержание в организме практически определяется поступлением нуклида с питанием в году поступления.

А сейчас давайте узнаем, насколько хорошо вы запомнили, где накапливаются в организме человека известные вам радионуклиды. Тот кто первым правильно справится с заданием, выйдет к доске и продемонстрирует всем правильный ответ (Приложение 2 к уроку 5)

Процессы взаимодействия ионизирующих излучений с тканями человеческого организма детально изучены. В результате были разработаны **нормы радиационной безопасности**. По белорусским и российским нормам для населения, не работающего с источниками радиации, среднегодовая эффективная годовая доза облучения не должна превышать 1 миллизиверт (мЗв).

### *Заключение*

***Учитель:*** Ионизирующие излучения способны вызывать нарушения в клетках живых организмов. В течение многих миллионов лет в ходе эволюции живые организмы приспособились к естественным излучениям, однако деятельность человека привела к загрязнению окружающей среды радионуклидами искусственного происхождения, что способствовало увеличению вероятности возникновения радиационных эффектов в живых организмах. Нарушения, возникающие в клетках, биологических тканях или органах, системах органов и организме человека в целом, зависят от дозы и характера облучения.

## V. Рефлексия и обобщение

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Какие органы и ткани человека наиболее чувствительны к действию радиации? Перечислите возможные пути поступления радионуклидов в организм человека.

2 вариант: Что такое детерминированные и стохастические эффекты облучения? Приведите примеры тех и других.

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Сегодня на уроке вы познакомились с действием ионизирующих излучений на ткани, органы и организм человека в целом. Узнали, какие параметры используют для оценки дозы внутреннего облучения людей, по величине которой можно судить об опасности облучения при попадании радионуклидов в организм.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 5

## *Блиц-опрос*

### Вопросы

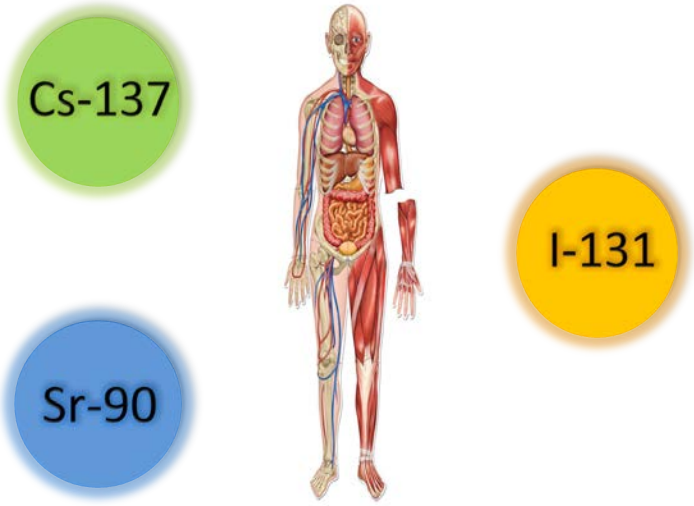
1. Воздействие радиации на человека называют…
2. Какие виды облучения радионуклидами вы знаете?
3. Внешнее облучение происходит от источников, расположенных…
4. Внутреннее облучение происходит от источников, расположенных…
5. Радиоактивные вещества могут попадать в организм человека тремя путями. Назовите их.
6. Количество переданной организму энергии излучения называется…
7. Где накапливается радиоактивный йод?
8. Где накапливается радиоактивный стронций?
9. Где накапливается радиоактивный цезий?
10. С помощью какого прибора осуществляется контроль внешнего излучения?

### Ответы

1. Облучением
2. Внешнее и внутреннее
3. Вне организма
4. Внутри организма
5. Через органы дыхания (при вдыхании загрязненного радиоактивными аэрозолями воздуха), через желудочно-кишечный тракт (с продуктами питания и водой), через кожу.
6. Дозой
7. В щитовидной железе
8. В костях
9. В мышечных тканях
10. Дозиметра

Приложение 2 к уроку 5

***Где накапливаются данные радионуклиды?***



# Урок 6

## Радиация на службе человека

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить учащихся с применением радионуклидов и других источников ионизирующего излучения в медицине, науке, промышленности, сельском хозяйстве.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить их анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 10 мин
4. Работа над новым материалом. 26 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы продолжили знакомство с дозами ионизирующего излучения, а также узнали о биологическом действии ионизирующего излучения. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого поиграем в игру «Снежный ком» (Приложение 1 к уроку 6).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Покоряя новые вершины научного знания с использованием достижений технического прогресса, изобретательный ум человека открывает новые возможности применения источников ионизирующего излучения, получения и использования ядерной энергии. Одним из наиболее важных достижений в данной области является разработка способов получения и использования ядерной энергии в мирных целях. Благодаря источникам ионизирующего излучения можно вовремя распознать болезни и эффективно лечить онкологические заболевания. Источники ионизирующего излучения помогают также сохранять урожай сельскохозяйственных культур и многое др.

### *Медицина*

Источники ионизирующего излучения широко используются в медицине. Можно выделить следующие области их применения:

- лучевая диагностика
- радиоизотопная диагностика
- радиационная терапия

### *Лучевая диагностика*

Рентгеновские лучи обладают высокой проникающей способностью и дают возможность врачам «заглянуть» внутрь организма. При прохождении через тело рентгеновские лучи, в большей степени, поглощаются плотным веществом костной ткани и значительно слабее – мягкими тканями.

Если позади тела расположить фотоматериал, чувствительный к действию рентгеновских лучей, по интенсивности потемнения фотопленки можно судить о внутреннем строении органов, которые «просвечиваются» рентгеновскими лучами. Степень потемнения фотоматериала зависит от интенсивности рентгеновских лучей, прошедших через организм. На рентгеновском снимке кости, пропускающие меньшую часть рентгеновского излучения, выглядят светлыми, а мягкие ткани, через которые проходит большая часть излучения, — темными.

Ежегодно большая часть населения проходит рентгенологическое обследование. С помощью рентгеновского снимка можно выявить трещины и переломы костей, обнаружить камни в почках или желчном пузыре, выявить опухоли в органах и тканях, диагностировать легочную патологию.

Величайшим достижением явилась разработка такого метода диагностики заболеваний, как компьютерная томография. В 1979 году А. Кормаку и Г. Хаунсфильду, создателям метода компьютерной томографии, была присуждена Нобелевская премия.

Томография – метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта посредством просвечивания его в различных направлениях (так называемое «сканирующее просвечивание»).

Компьютерная томография позволяет:

- обнаружить невидимые на обычных рентгеновских снимках детали анатомического строения органов,
- выявлять патологические изменения в организме (травмы, опухоли, поражение лимфатических узлов, расширение сосудов), которые при обычном рентгенов-

ском обследовании не удается установить.

При использовании метода компьютерной томографии пациенты получают в 10 раз более высокие дозы облучения, чем при обычной рентгенографии, поэтому ее используют лишь в тех случаях, когда обычная рентгенография неэффективна.

### *Радиоизотопная диагностика*

Радиоизотопная диагностика основана на регистрации излучения от введенных в организм человека радиоактивных препаратов (*in vivo*) или радиометрии взятых у пациента биологических проб при добавлении к ним радиоактивных веществ (*in vitro*). При этом для исследования используют радионуклиды, наименее опасные для организма человека и обладающие непродолжительным периодом полураспада.

Диагностика *in vivo* может быть использована для определения состояния различных органов и тканей, а также для изучения протекания важных биологических процессов в организме человека: по времени накопления и выведения радиоизотопов органами человека, а также равномерности их распределения в ткани можно получить важную информацию о функционировании организма. При этом благодаря высокой чувствительности современных детекторов ионизирующего излучения, обследования проводятся при введении в организм человека небольших количеств радиоактивных веществ (около 1 мкг), что обуславливает получение относительно низких доз облучения органами или тканями.

Диагностика *in vitro* основана на радиометрии биологических проб пациента (образцов крови, желудочного сока, тканей и т.п.). Широкое распространение приобрел радиоиммунный анализ – высокочувствительный метод определения содержания в организме человека самых разнообразных гормонов (поджелудочной железы, щитовидной железы, гипофиза и др.), белков сыворотки крови и ферментов. При проведении радиоиммунного анализа используется радиоактивное вещество, которое не вводят в организм человека, а добавляют к исследуемому биологическому образцу. При осуществлении радиоиммунного анализа пациент не подвергается риску облучения. Данный метод позволяет диагнос-

тировать заболевания, связанные с нарушением гормонального обмена и деятельности иммунной системы. Его можно многократно повторять с целью наблюдения за эффективностью лечения.

### *Радиационная терапия*

Широкое распространение лучевая терапия получила в онкологии. Терапевтическое действие радиации основано на способности ионизирующего излучения угнетать процессы деления клеток и, в конце концов, приводить к их гибели. Данный эффект используется для уничтожения раковых клеток в организме пациента.

Облучение злокачественных новообразований с помощью гамма- и рентгеновских лучей, ускоренных электронов, протонов, альфа-частиц позволило добиться хороших результатов при лечении людей с онкологическими заболеваниями. Иногда в качестве излучателей используют радиоактивные источники в виде:

- кобальтовой пушки – радиоактивный кобальт ($^{60}$Co), помещенный в свинцовый сферический контейнер;
- металлической проволоки, содержащей радиоактивный йод ($^{132}$I);
- зерен, содержащих радионуклид $^{132}$I;
- игл, содержащих изотоп $^{226}$Ra.

Помимо того, в радиационной терапии радионуклиды иногда вводят внутрь организма. Так, при хирургическом удалении опухолей в организме может оставаться пораженная ткань. Чтобы избежать появления метастазов (распространения раковых клеток в другие органы и ткани), в организм вводят радионуклиды, которые концентрируются в больном органе, вызывая гибель раковых клеток. При этом поглощенные дозы при терапевтических процедурах достигают 20-60 Гр. Следовательно, чтобы убить только раковые клетки, необходимо очень точно оценивать требуемые дозы и облучать только места локализации раковых клеток.

В медицине ионизирующее излучение используют также для стерилизации хирургических инструментов, систем переливания крови, аппаратов «сердце», «легкие», «искусственная почка» и др. В данном случае метод основан на способности ионизирующего излучения убивать болезнетворные микроорганизмы.

## *Промышленность*

Источники ионизирующего излучения применяют в горнодобывающей, целлюлозно-бумажной, стекольной промышленности,

строительстве, машиностроении, химическом производстве, металлургии и других отраслях производства. Примерами использования источников ионизирующего излучения в промышленности могут служить:

**• *Обнаружение дефектов в промышленных изделиях***

Радиационная дефектоскопия — метод обнаружения дефектов структуры в промышленных изделиях, основанный на способности ионизирующего излучения неодинаково поглощаться в местах расположения дефектов и на участках с ненарушенной структурой.

Радиационная дефектоскопия позволяет:

— обнаруживать местонахождение внутренних дефектов;

— определять форму и размеры дефектов;

— получать изображение дефектов с помощью фотоматериалов.

**• *Контроль толщины различных материалов***

Чтобы контролировать в процессе производства толщину бумаги, пластика, металлической фольги, жести и др. материалов, источник излучения устанавливают под движущимся транспортером, несущим изделие, а над транспортером располагают детектор излучения. По степени поглощения излучения определяют толщину изделия с точностью до нескольких микрон.

**• *Определение уровня жидкости в резервуарах***

При заполнении емкостей токсичными веществами на химических предприятиях для контроля уровня жидкости в замкнутых резервуарах также используют источники ионизирующего излучения. Для осуществления контроля источник излучения и детектор устанавливают на внешней стороне емкости друг против друга. Как только жидкость поднимается выше определенного уровня, интенсивность излучения из-за поглощения жидкостью резко падает и заполнение резервуара автоматически прекращается.

**• *Изменение структуры и свойств материалов***

Например, облучение повышает термостойкость полиэтилена почти в два раза, что позволяет использовать трубы из облученного полиэтилена в системе горячего водоснабжения.

**• *Контроль утечки токсичных веществ***

Радионуклиды применяют и для определения герметичности емкостей, заполняемых токсичными веществами. В случае

утечки этих веществ, детекторы регистрируют их по излучению радиоактивных добавок, внесенных в токсичное вещество.

* Помимо того, под влиянием гамма-излучения радионуклидов тулия и европия увеличивается блеск алмазных кристаллов, и они отчетливо выделяются на фоне пустой породы, что облегчает их извлечение.

Также, с использованием радиоактивных изотопов, мы получаем электроэнергию. Одной из современных отраслей энергетики является ***ядерная энергетика***, основанная на использовании энергии ядерных превращений для получения тепла и электроэнергии на атомных электростанциях (АЭС). Работа АЭС во многом аналогична работе тепловой электростанции, только здесь вместо тепловой энергии, получаемой путем сжигания органического топлива, используют энергию, выделяющуюся при осуществлении управляемой цепной реакции деления ядер атомов тяжелых элементов. Энергия, выделяющаяся в процессе деления ядерного «горючего», преобразуется в реакторе в тепловую энергию, которая используется для нагревания воды и ее превращения в пар. Водяной пар вращает турбину, связанную с генератором, вырабатывающим электрическую энергию.

***Учитель:*** Итак, мы с вами познакомились с применением ионизирующего излучения в медицине и промышленности. Давайте теперь выясним, знаете ли вы, как выглядят приборы, в которых используются его источники. Назовите их (Приложение 2 к уроку 6).

## *Научные исследования*

Примером использования ионизирующего излучения в научных исследованиях является рентгеноструктурный анализ, в ходе которого с помощью рентгеновского излучения определяют особенности структуры кристаллических веществ.

Широкое применение в геологии, геохимии, космохимии имеет активационный анализ. Например, при воздействии нейтронного излучения стабильные ядра атомов золота становятся радиоактивными и испускают гамма-кванты определенной энергии, которые можно регистрировать с помощью радиометра или спектрометра и тем самым судить о содержании золота в породе.

Созданы также установки для экспресс-анализа веществ на содержание серебра, алюминия, меди, кремния и других элементов.

По содержанию долгоживущих радионуклидов естественного происхождения и продуктов их распада определяют возраст при-

родных образований. В этом случае радионуклиды используют в качестве «геологических часов». Для определения возраста природных образований используются свинцово-урановый, калий-аргоновый, радиоуглеродный и другие методы. Так с помощью свинциво-уранового метода было установлено что:

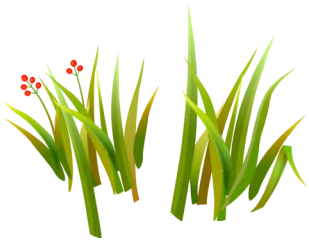
- наиболее древние породы нашей планеты существуют около 4 млрд. лет;
- возраст Земли составляет порядка 4,6 млрд. лет.

## Сельское хозяйство

В сельском хозяйстве ионизирующее излучение от источников искусственного происхождения используют для:

- повышения урожайности сельскохозяйственных культур;
- выведения новых сортов растений — радиоселекции;
- радиационной стерилизации продуктов питания;
- обеззараживания стоков животноводческих комплексов.

Гамма-излучение применяют для выведения новых сортов сельскохозяйственных растений. Новые сорта, полученные путем искусственно вызванных мутаций в растительном организме под действием облучения, относят к генетически модифицированным.



В последнее время все более широкое распространение приобретает радиационная обработка пищевых продуктов с целью уничтожения бактерий, грибков, насекомых-вредителей, предупреждения порчи и уменьшения потерь продуктов при длительном хранении.

Традиционные методы стерилизации основаны на нагревании и химической обработке продуктов, что приводит к разрушению витаминов, ухудшению вкусовых качеств. Радиационная стерилизация обладает высокой эффективностью, может проводиться для упакованного продукта, не меняет его цвета, запаха, вкуса. Поэтому облучение используют для продления сроков хранения мяса, рыбы, фруктов, овощей, грибов, ягод, приправ и специй. Благодаря радиационной стерилизации, жители северных районов мира могут наслаждаться экзотическими фруктами из тропической Африки. При этом к проведению радиационной стерилизации подходят весьма осторожно. Доказательства безвредности облученных продуктов всегда предшествуют применению на практике подобного способа обработки. Многочисленные иссле-

дования свидетельствуют о безопасности для человека пищевых продуктов, подвергнутых радиационной стерилизации.

Кроме использования внешнего облучения, в сельском хозяйстве применяют метод «меченых» атомов. Особенно широко его используют в аграрной науке. С помощью этого метода изучают:

- распределение элементов питания в растительных и животных организмах;
- влияние удобрений на развитие растений в зависимости от состава, формы и времени их внесения.

Например, чтобы выяснить, из каких фосфорных удобрений фосфор лучше усваивается растениями, удобрения «помечают» радиоактивным фосфором, добавляя в них радионуклид $^{32}$P. Исследуя затем содержание $^{32}$P в растениях, подкормленных разными формами удобрений, можно судить о динамике усвоения ими фосфора.

### *Заключение*

***Учитель:*** В настоящее время ядерная отрасль во многом определяет уровень научно-технического прогресса, экономическое развитие общества, его благосостояние.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: На чем основана радиоизотопная диагностика в медицине?

2 вариант: Где применяют радиоактивные изотопы в промышленности?

## VI. Итог урока.

***Учитель:*** Материал, рассмотренный на уроке, показал вам, что познание тайн атомного ядра значительно ускорило темпы научно-технического прогресса. Вы узнали, как широко и успешно используется явление радиоактивности в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, науке и технике на протяжении уже многих десятилетий.

## VII. Окончание урока.

## Игра «Снежный ком»

Задается тема, например, «Дозы ионизирующего излучения». Первый участник игры называет какой-либо термин, определение, фамилию ученого и т.д., относящийся к теме (например, Зиверт), следующий участник должен сначала произнести то, что сказал первый, а затем добавить новое имя, понятие, связанное по смыслу с темой (например, Зиверт, эффективная доза). Новый участник дополняет этот ряд: Зиверт, эффективная доза, дозы ионизирующего излучения. В конце концов, получается длинный ряд имен, понятий, определений и т.д., относящихся к определенной теме.

Игра пройдет более организованно, если попросить всех играющих выйти к доске и встать в одну линию. Тот, кто ошибается или делает слишком длинную паузу, выходит из игры и садится на свое место. Линейка быстро редеет. Один из учащихся записывает на доске образовавшуюся цепочку и отмечает ошибки. Играющие стоят лицом к классу, поэтому записи на доске видны только учителю и выбывшим из игры. Игра завершается беседой, в которой определяется взаимосвязь слов, образовавших цепочку.

*Цепочки в качестве примера:*

Приложение 2 к уроку 6

***Как называются эти приборы?***

Плотномер

Дефектоскоп

Дозиметр

Рентгеновский аппарат

Линейный ускоритель

Компьютерный томограф

# Урок 7

## Радиационная авария. Принципы защиты от ионизирующего излучения

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить учащихся с видами аварий на радиационно опасных объектах, а также с особенностями радиоактивного загрязнения местности.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся выделять главное, проводить анализ, самостоятельно делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, по парам.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 5 мин
4. Работа над новым материалом. 36 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы узнали, как широко и успешно используется явление радиоактивности в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, науке и технике на протяжении уже многих десятилетий. Давайте проверим, что вы запомнили:

1. Что такое томография?
2. Приведите примеры использования источников ионизирующего излучения в промышленности.
3. Для чего в сельском хозяйстве используют источники ионизирующего излучения?

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Со временем стало ясно, что и мирные ядерные технологии несут в себе опасность радиационного загрязнения окружающей среды и лучевого воздействия на живые организмы. К сожалению, эксплуатация ядерных объектов показала, что, несмотря на все принимаемые меры, на них нельзя исключить возможность аварий, в том числе и с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду. Атомные установки эксплуатируются на ледоколах, подводных лодках, в космических аппаратах.

### *Виды аварий на радиационно опасных объектах*

С расширением масштабов производственной деятельности растет использование технологических процессов, требующих большого количества энергии. В результате увеличивается потенциальная угроза для здоровья и жизни людей, окружающей среды, нормального функционирования производства.

Аварии могут происходить не только на АЭС, но и на других объектах, которые принято называть радиационно опасными.

***Радиационно опасный объект*** – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов промышленности, а также окружающей природной среды.

К радиационно опасным объектам относятся: АЭС, предприятия по изготовлению ядерного топлива, по переработке и захоронению радиоактивных отходов; научно-исследовательские организации, имеющие ядерные установки и стенды; мобильные ядерные энергетические установки; хранилища жидких и твердых радиоактивных отходов.

***Радиационная авария*** – авария на радиационно опасном объекте, приводящая к выходу радиоактивных продуктов и (или) ионизирующих излучений за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации объекта границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасности эксплуатации объекта.

Аварии на всех радиационно опасных объектах приводят к попаданию радиоактивных веществ в окружающую среду и облучению населения. Степень радиационного воздействия зависит от полученной дозы облучения и времени, в течение которого человек подвергался облучению. Это требует установления допустимых доз облучения на тот или иной промежуток времени, что исключает радиационное поражение людей.

### *Аварии на радиационно опасных объектах*

Несмотря на разнообразие исходных причин аварий на объектах с ядерными компонентами, их можно условно объединить в три группы:

- отказ оборудования из-за несовершенства конструкции установки, нарушения в технологии ее изготовления, монтажа или эксплуатации;
- ошибочные действия персонала или преднамеренные нарушения правил эксплуатации;
- внешние события (падения самолетов, стихийные бедствия, воздействие различными видами оружия, террористические акты).

При авариях на АЭС с выбросом радиоактивных веществ образуются районы радиоактивного загрязнения местности в форме окружности (в районе аварии) и вытянутого эллипса (по «сле-

ду» облака, в направлении ветра во время выброса): правильной формы при нормальных топографических и метеорологических условиях и неправильной – при сложных топографических и метеорологических условиях (пересеченная местность, изменения направлений и скоростей ветра и др.).

***При авариях на радиационно опасных объектах различают четыре временные фазы: начальную, раннюю, среднюю и позднюю.***

Начальная фаза аварии – период времени, предшествующий началу выброса радиоактивных веществ в окружающую среду, или период обнаружения возможности облучения населения за пределами санитарно-защитной зоны предприятия.

Ранняя фаза аварии – период собственно выброса радиоактивных веществ в окружающую среду. Продолжительность этого периода может составлять от нескольких минут или часов в случае разового выброса до нескольких суток в случае продолжительного выброса.

Средняя фаза аварии охватывает период, в течение которого нет дополнительного поступления радиоактивности из источника выброса в окружающую среду. Средняя фаза может длиться от нескольких дней до года после аварии.

Поздняя фаза аварии (фаза восстановления) – период возврата к условиям нормальной жизнедеятельности населения. Может длиться от нескольких недель до нескольких лет или десятилетий (в зависимости от мощности и радионуклидного состава выброса, характеристик и размеров загрязненного района, эффективности мер радиационной защиты), т. е. до прекращения необходимости в выполнении защитных мер.

***Фронтальная беседа***

— Какие виды радиационного воздействия на людей и животных вы можете назвать?

— Какая радиационная авария является крупнейшей на сегодняшний день? Почему?

## *Радиоактивное загрязнение территорий*

***Радиоактивное загрязнение территорий*** – это распределение радиоактивных веществ на ограниченной площади вследствие выброса их в атмосферу и последующего оседания на поверхность земли. Происходит оно в результате ядерного взрыва, аварии на ядерной энергетической установке или из-за безответственного хранения и халатного обращения с радиоактивными веществами в промышленности, медицине, научных учреждениях.

Радиоактивному загрязнению подвергается все: местность, растительность, люди, животные, здания и сооружения, транспорт и техника, приборы и оборудование, продукты питания и вода. Загрязняются как наружные поверхности строений, так и все то, что находится внутри жилых и производственных зданий и помещений.

При ***первичном загрязнении*** радиоактивными веществами наиболее крупные радиоактивные частицы оседают на землю вблизи источника загрязнения; мелкие частицы в виде пыли разносятся потоками воздуха в квартиры, на чердаки, в подвалы, склады, дворовые постройки, кабины машин и т.д.; самые мелкие частицы в виде аэрозолей переносятся радиоактивными облаками на большие расстояния, попадая в органы дыхания человека.

Так как идеально ровных и плотных поверхностей практически не существует, то радиоактивные вещества проникают в щели, трещины, выступы, поры. Шиферные крыши, асфальт, кирпичные стены как бы «впитывают» в себя радиоактивную пыль. Чем дольше длится процесс загрязнения, тем глубже проникают радионуклиды в поверхностный слой.

Ухудшение радиационной обстановки происходит во время так называемого вторичного загрязнения. На чистую местность радиоактивные вещества переносятся транспортом, людьми и животными, а также ветром.

***Вторичное загрязнение*** получают самосвалы, бульдозеры, погрузчики — вся техника, которая была задействована на снятии, перевозке загрязненного грунта. Основным источником вторичного загрязнения является пыль, которая образуется при движении наземного транспорта, особенно по проселочным дорогам, при снятии загрязненного грунта, взлете и посадке вертолетов. Пыль поднимается с поверхности земли сильным ветром и переносится на большие расстояния. При пожарах на первично загрязненной территории радионуклиды с дымом и золой, переносятся потоками воздуха, загрязняя его и поверхность земли. За счет вторичных процессов зона загрязнения значительно расширяется, а один и тот же объект может загрязняться несколько раз.

По своим масштабам и тяжести последствий наиболее опасны в мирное время аварии на ядерных энергетических установках электростанций, промышленных установках народно-хозяйственных и военных объектов, кораблях и подводных лодках военного и гражданского флотов.

### *Особенности радиоактивного загрязнения местности*

Радиоактивное загрязнение при аварии на предприятии (объекте) ядерной энергетики имеет несколько особенностей:

| | | |
|---|---|---|
| радиоактивные продукты легко проникают внутрь помещений, так как большая часть их находится в парообразном или аэрозольном состоянии | наибольшую опасность представляет внутреннее облучение, обусловленное попаданием радиоактивных веществ внутрь организма | при большой продолжительности радиоактивного выброса, когда направление ветра может многократно меняться, возникает вероятность радиоактивного загрязнения местности практически во всех направлениях от источника аварии |

Рассмотрим характерные особенности радиоактивного загрязнения местности при авариях на АЭС в отличие от радиоактивного загрязнения местности при ядерных взрывах.

При наземном ядерном взрыве в его облако вовлекаются десятки тысяч тонн грунта. Радиоактивные частицы смешиваются с минеральной пылью, оплавляются и оседают на местности. Воздух загрязняется незначительно. Формирование следа радиоактивного облака завершается за несколько часов. За это время метеорологические условия, как правило, резко не изменяются, и след облака имеет конкретные геометрические размеры и очертания. В этом случае главную опасность для людей, оказавшихся на следе радиоактивного облака, представляет внешнее облучение (90-95% общей дозы облучения). Доза внутреннего облучения незначительна. Она обусловлена попаданием внутрь организма радиоактивных веществ через органы дыхания и с продуктами питания.

При авариях на АЭС значительная часть продуктов деления ядерного топлива находится в парообразном или аэрозольном состоянии. Их выброс в атмосферу может продолжаться от нескольких суток до нескольких недель. Воздействие радиоактивного загрязнения окружающей среды на людей в течение многих лет и накопление дозы облучения будет обусловлено вовлечением в биологическую цепочку выпавших радионуклидов и употреблением загрязненных продуктов питания.

***Учитель:*** Каждой паре будет предложен текст, на основе которого нужно составить памятку «Принципы защиты от ионизирующего излучения» (Приложение 1 к уроку 7).

### *Заключение*

***Учитель:***

Поражающее действие ионизирующего излучения на людей зависит от полученной дозы облучения.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Назовите фазы аварий на АЭС и охарактеризуйте их?

2 вариант: Расскажите об особенностях радиоактивного загрязнения при авариях на объектах атомной энергетики.

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Защита от радиоактивного загрязнения – это обеспечение радиационной безопасности населения и защита окружающей среды от попадания радионуклидов в атмосферу, гидросферу, почву. Это – проблема не только местная, региональная, ведомственная, государственная, национальная, но и международная.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1

***Задание «Составление памятки».***

Учащиеся с помощью учителя составляют памятку «Принципы защиты от ионизирующего излучения».

| № по порядку | Правило |
|---|---|
| 1 | Защита временем … |
| 2 | Защита расстоянием … |
| 3 | Защита экранированием … |

**Дополнительная информация**

— *Защита временем* — проведение работ, связанных с облучением, в течение минимального времени (принцип ограничения времени пребывания в зоне действия ионизирующих излучений).

***Время*** является важным фактором радиационной защиты. Чем кратковременнее облучение, тем меньше воздействие радиации на организм. Различные радиоактивные вещества, в зависимости от их активности, излучают разное количество энергии. Излучение с мощностью дозы 60 мР/ч означает, что каждую минуту, проведённую рядом с радиоактивным источником, организм получает 1 мР (60:60 = 1). Очевидно, что чем больше времени проведено у источника, тем больше доза облучения. Например, сменный метод работы бригад при обеззараживании местности является наиболее приемлемым для сокращения времени облучения персонала при условии наличия достаточного количества работников (быстрый темп работы).

— *Защита расстоянием* — обеспечение максимального расстояния от источника ионизирующих излучений до человека (принцип ослабления излучения по мере увеличения расстояния от источника).

***Расстояние*** является также фактором радиационной защиты. Согласно этому принципу, чем дальше человек находится от источника излучения, тем меньше доза облучения. При увеличении расстояния от источника радиации в 2 раза интенсивность облучения сокращается в 4 раза. Например, мощность источника в полуметре от него 8 мР/ч, а если увеличить расстояние до 1 метра, мощность излучения составит 2 мР/ч.

— *Защита экранированием* — уменьшение интенсивности излучения при помощи специальных экранов.

***Экран*** — особое ограждение, являющиеся эффективным способом защиты человека от отрицательного воздействия, в пер-

вую очередь, потока радиоактивных частиц. Изготавливают их из специальных материалов, задерживающих потоки частиц. Основным предназначением таких экранов является снижение до допустимой нормы излучения на рабочем месте. Иногда работа с источниками радиации ведется в специальных камерах. В таких помещениях экранами будут служить пол и стены, а также потолок, которые изготавливают из особых материалов.

Нахождение людей в помещении во время прохождения радиоактивного облака также позволяет снизить дозу внешнего облучения, поскольку стены являются своеобразным экраном и частично поглощают излучения.

# Урок 8

## Правила безопасного поведения при радиационных авариях

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить учащихся с правилами безопасного поведения при радиационных авариях.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 7 мин
4. Работа над новым материалом. 29 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы знакомились с радиационно опасными объектами, видами аварий на них, а также с принципами защиты от ионизирующего излучения. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого поиграем в игру «Три предложения» (Приложение 1 к уроку 8).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Для предотвращения неблагоприятных последствий возможных аварий на радиационно опасных объектах каждый из нас должен знать о возможных источниках радиоактивного заражения и мерах защиты от ионизирующего излучения.

### *Правила безопасного поведения при радиационных авариях*

Люди, проживающие в непосредственной близости от радиационно опасных объектов, должны быть готовы в любое время суток принять немедленные меры по защите себя, своих близких в случае возникновения опасности. Поэтому необходимо заранее узнать в жилищно-эксплуатационных службах и специально уполномоченных органах, школах и учебных заведениях, у руководителей и должностных лиц предприятий, учреждений , организаций следующее:

1. Место расположения (адрес) убежища по месту жительства, работы, учебы.
2. Место получения (адрес) индивидуальных средств защиты, препаратов йода по месту жительства, работы, учебы.
3. Адрес и телефон эвакуационного пункта.
4. Район возможной эвакуации (адрес и телефон).
5. Адреса и телефоны ближайших пунктов: медицинского, охраны общественного порядка, радиационного контроля.

## ДЕЙСТВИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПО СИГНАЛУ ОПОВЕЩЕНИЯ.

Основной способ оповещения населения об авариях на радиационно опасных объектах – передача информации по местной теле- и радиовещательной сети. Для привлечения внимания населения перед передачей такой информации включают сирены и другие звуковые сигнальные средства, звуки которых означают «Внимание всем!».



**Полученные указания необходимо выполнять быстро, без суеты и паники.**

### Примерный вариант сообщения об аварии на АЭС

*Внимание! Говорит управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.*

*Граждане! Произошла авария на атомной электростанции. В северо-западном районе города ожидается выпадение радиоактивных веществ. Распространение загрязненного облака возможно в направлении населенных пунктов Гарьино, Артемьева, Давыдова.*

*Населению указанных пунктов немедленно покинуть жилые дома и учреждения и прибыть на станцию Фальки для эвакуации в безопасную зону к 17 часам. Населению улиц Александровской, Ивановской надеть индивидуальные средства защиты и укрыться в защитном сооружении по адресу:*

*ул. Ивановская, д. 23.*

*Населению улиц Жихаревича, Мишина, Натальина, Митина срочно провести герметизацию помещений, принять йодистый препарат.*

*В дальнейшем действовать в соответствии с указаниями органов ГОЧС.*

**Остающиеся в помещениях должны подручными средствами провести его герметизацию** (заклеить щели в окнах, дверях, вентиляционные отверстия и не подходить к ним без не-

обходимости); **укрыть продукты**, поместив их в полиэтиленовые пакеты, мешки или пленку; **сделать запас воды** в емкостях с плотно прилегающими крышками. Продукты и воду поместить в холодильники, закрываемые шкафы или кладовки.

**При получении соответствующих указаний надо провести профилактику препаратами йода.**

ПОДГОТОВКА К ВОЗМОЖНОЙ ЭВАКУАЦИИ заключается в сборе самого необходимого: документов, денег, личных вещей, продуктов, лекарств, средств индивидуальной защиты, в том числе подручных (накидок, плащей из синтетических пленок, резиновых сапог, бот, перчаток). Вещи и продукты уложите в чемоданы или рюкзаки. Чемоданы и рюкзаки затем оберните синтетической пленкой.

ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ СООБЩЕНИЯ ОБ ЭВАКУАЦИИ перед выходом из помещения освободите от продуктов холодильник, отключите все электро- и газовые приборы, вынесите в мусоросборники скоропортящиеся продукты, напитки, мусор. Предупредите соседей о начале эвакуации. Подготовьте табличку с надписью: *«В квартире № __ жильцов нет»*. При выходе из дома возьмите необходимые вещи, наденьте средства защиты, закройте квартиру и вывесите на дверь заготовленную табличку.

На улице нужно находиться в средствах защиты органов дыхания и кожи, по возможности не поднимать пыль, стараться не ставить чемоданы или рюкзаки на землю, а если придется это сделать, нужно использовать чистую газету или любую другую подстилку. Избегайте движения по высокой траве и кустарнику, без надобности не садитесь и не прикасайтесь к предметам на местности.

Во время движения не пейте, не принимайте пищу и не курите. Перед посадкой в автомобиль проведите дезактивацию средств защиты, одежды и вещей (путем их осторожного обтирания или обметания), а также частичную санитарную обработку открытых участков тела (обмыванием или обтиранием влажной салфеткой).

По прибытии в район размещения эвакуированных пройдите дозиметрических контроль, сдайте средства индивидуальной защиты и предметы одежды, вымойтесь с мылом, особенно тщательно промывая части тела, покрытые волосяным покровом. После прохождения повторного дозиметрического контроля наденьте чистое белье, одежду и обувь, полученные на пункте выдачи.

***Учитель:*** На картинках изображен алгоритм действий при

оповещении об аварии на радиационно опасных объектах. Объединитесь в группы по 5-7 человек и опишите алгоритм этих действий. На это вам дается 5 минут. После этого проверим правильность ваших суждений (Приложение 2 к уроку 8).

### *Защита населения при радиационных авариях*

При авариях на АЭС и других объектах атомной энергетики необходимо осуществлять комплекс мер, направленных на защиту населения. Объем и характер работ зависят от масштабов аварии, ее фазы и времени, прошедшего с момента ее возникновения.

При радиационной аварии вводят:

- *Режим радиационной защиты*

Он регламентирует порядок действия людей, применение средств и способов защиты населения в зонах радиоактивного загрязнения, обеспечивающие максимальное уменьшение возможных доз облучения.

*Меры по защите населения при радиационной аварии*

| Фаза аварии и ее продолжительность | Источники облучения | Основные виды облучения | Меры по защите населения |
|---|---|---|---|
| Ранняя (от нескольких часов до нескольких суток). | Радиоактивное облако, радиоактивные осадки. | Внешнее (общее, контактное), внутреннее (ингаляционное, через пищеварительный тракт). | Оповещение. Укрытие. Защита органов дыхания и кожных покровов. Эвакуация. Йодная профилактика. Индивидуальная дезактивация. Контроль продуктов питания и воды. |
| Средняя (от нескольких дней до года после аварии). | Радиоактивные вещества, осевшие из облака. | Внешнее (общее), внутреннее (через пищеварительный тракт). | Переселение. Дезактивация территории. Контроль продуктов питания и воды. Медицинский контроль. |
| Поздняя (до прекращения потребности в защитных мерах). | То же. | То же. | Контроль продуктов питания и воды. Медицинский контроль. |

• *Использование средств индивидуальной защиты*

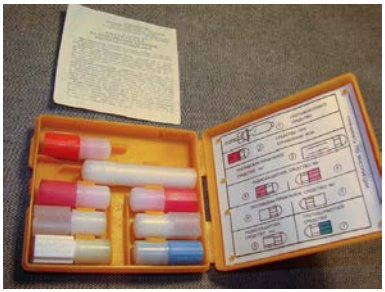
Позволяет практически полностью исключить попадание радиоактивных веществ внутрь организма через органы дыхания.

При выпадении радиоактивных веществ на местности, при всех видах пылеобразования (сильный ветер, прохождение транспортных средств, особенно по грунтовым дорогам, при проведении сельскохозяйственных работ) на загрязненной местности необходимо обязательно использовать средства защиты органов дыхания.

• *Проведение йодной профилактики*

Одна из самых важных медицинских мер сразу после аварии. Ее проведение преследует цель не допустить поражения щитовидной железы.

Однократный прием 100 мг стабильного йода обеспечивает защитный эффект в течение 24 ч. В условиях длительного воздействия радиоактивного йода на организм человека необходимы повторные приемы препаратов стабильного йода.



При использовании для йодной профилактики таблетированного или порошкового йодида калия:

• взрослым и детям 14-18 лет 1 таблетку 0,125 г, один раз в день не более 7 дней;

• детям от 3 до 14 лет 0,065 г (0,5 таблетки), 1 раз в день не более 7 дней;

• детям до 3 лет, 0,065 г (0,5 таблетки), 1 раз в день, не более 2-х дней;

• беременным и кормящим женщинам 1 таблетку 0,125 г, 1 раз в день, не более 2-х дней.

Препарат принимают после еды и запивают 0,5 стакана воды или молока.

*Защитный эффект в результате проведения йодной профилактики*

| Время приема препарата стабильного йода | Уменьшение дозы облучения щитовидной железы |
|---|---|
| За 6 ч до разового поступления йода-131 | В 100 раз |
| Во время разового поступления йода-131 | В 90 раз |
| Через 2 ч после разового поступления йода-131 | В 10 раз |
| Через 6 ч после разового поступления йода-131 | В 2 раза |

- *Контроль безопасности продуктов питания*

Одна из важных медицинских профилактических мер по снижению доз внутреннего облучения, особенно во второй фазе аварии, – радиометрический контроль за содержанием радионуклидов в продуктах питания, выработанных из местного сырья. Такой контроль проводят специальные лаборатории.

### *Заключение*

***Учитель:*** Нужно помнить, что радиоактивное загрязнение окружающей среды представляет для человека опасность. Поэтому обязательно нужно выполнять весь комплекс защитных мер для сохранения вашего здоровья.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Перечислите средства индивидуальной защиты. Как нужно использовать их в зоне радиоактивного загрязнения?

2 вариант: Что такое йодная профилактика? Для чего она нужна и как её проводят?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** В случае возникновения аварии на радиационно опасном объекте необходимо осуществить меры по защите себя и своих близких. Несложными, но достаточно эффективными способами защиты от радиоактивных излучений являются укрытие в загерметизированных помещениях, профилактический приём препаратов стабильного йода, защита органов дыхания и кожных покровов от попадания радиоактивных веществ.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 8

## ***Игра «Три предложения»***

Учитель называет какое-либо определение, словосочетание, явление и т.д. из материала, изученного на прошлом уроке. Учащиеся должны в трех простых предложениях рассказать его суть.

### *Примеры*

Радиационно опасный объект

- это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества;
- это объект, при аварии на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением;
- АЭС является радиационно опасным объектом.

Поздняя фаза аварии

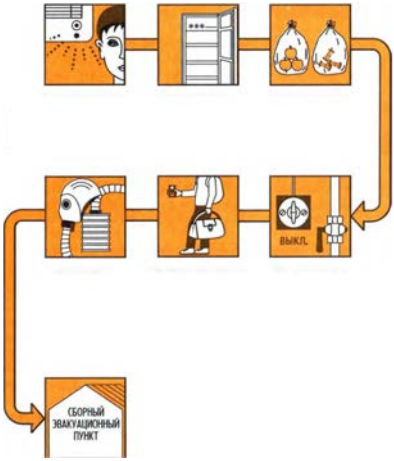
- период возврата к условиям нормальной жизнедеятельности населения;
- может длиться от нескольких недель до нескольких лет или десятилетий;
- это фаза восстановления.

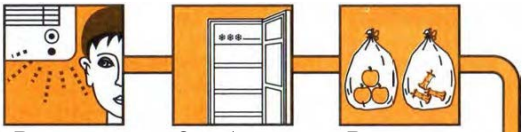
Первичное радиоактивное загрязнения территории

- При *первичном загрязнении* радиоактивными веществами наиболее крупные радиоактивные частицы оседают на землю в ближайшем окружении источника загрязнения;
- мелкие частицы в виде пыли разносятся потоками воздуха в квартиры, на чердаки, в подвалы, склады, дворовые постройки, кабины машин и т.д.;
- самые мелкие частицы в виде аэрозолей переносятся радиоактивными облаками на большие расстояния, попадая в органы дыхания человека.

## *Что нужно сделать при оповещении об аварии на радиационнно опасных объектах*

### *При эвакуации*



Включите радиоприемник, телевизор, прослушайте сообщение



Освободите от продуктов холодильник



Вынесите скоропортящиеся продукты и мусор

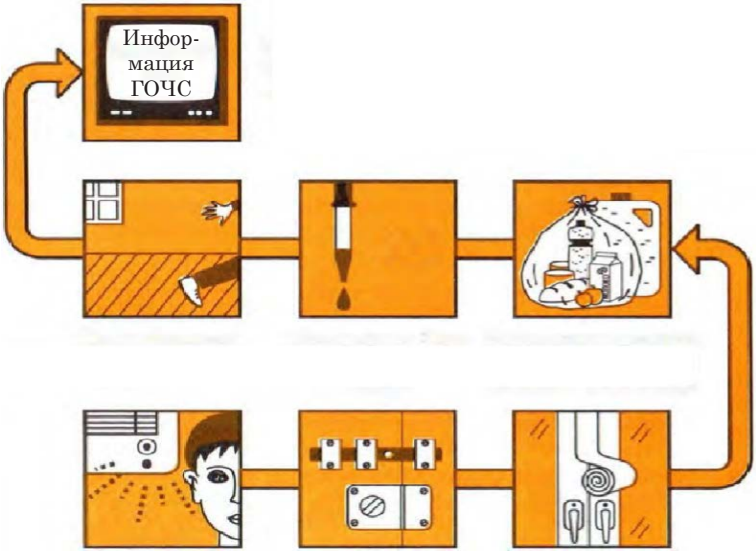
Выключите газ, электричество, погасите огонь в печах

Возьмите необходимые вещи, документы, продукты питания

Наденьте средства индивидуальной защиты

Следуйте на сборный эвакопункт

***При отсутствии убежища и средства защиты***



Ждите информацию ГОЧС

Не подходите к окнам

Проведите йодную профилактику

Защитите продукты питания; сделайте запас воды

Включите радиоприемник, телевизор прослушайте сообщение

Закройте окна и двери

Загерметизируйте помещение

# Урок 9

## Катастрофа на Чернобыльской АЭС. Загрязнение радионуклидами территории Республики Беларусь.

**Цели урока:**
*Образовательная* – показать, как развивались события 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС, и что явилось причиной произошедшей катастрофы; познакомить учащихся с масштабами загрязнения территории Беларуси и других стран радионуклидами.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 5 мин
4. Работа над новым материалом. 31 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы знакомились с правилами безопасного поведения при радиационных авариях. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого поиграем в игру «Верю – не верю» (Приложение 1 к уроку 9).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Нарушение правил техники безопасности и условий эксплуатации ядерного реактора привело к катастрофическому увеличению мощности реактора IV блока Чернобыльской АЭС. В результате 26 апреля 1986 года последовало два тепловых взрыва, вызвавших пожар и выброс радиоактивных веществ из активной зоны реактора в окружающую среду.

Образовавшееся радиоактивное облако перемещалось воздушными потоками, что способствовало распространению радиоактивных веществ по территории стран Европы и других частей света. Больше всего оказались загрязненными территории Беларуси, Украины и России. По масштабам произошедшая катастрофа превзошла все известные ядерные аварии.

### *Почему произошла чернобыльская катастрофа?*

Атомная электростанция является сложным техническим объектом, для обеспечения безопасной работы которого, требуется не только высокая квалификация обслуживающего персонала, но и строгое соблюдение условий эксплуатации и правил техники безопасности.

## *Местоположение Чернобыльской АЭС*

Чернобыльская АЭС расположена в восточной части белорусско-украинского Полесья в 110 км от Киева и в 12 км от Чернобыля, на расстоянии 12 км от границы с Республикой Беларусь и в 140 км от границы с Россией.

Четвертый блок станции, на котором произошла катастрофа, был запущен в декабре 1983 года. После двух лет работы его готовили к остановке для планового ремонта. Воспользовавшись остановкой реактора, дирекция станции приняла решение провести испытания одного из турбогенераторов. Ранее эксперименты, не затрагивающие активную зону реактора, уже дважды проводили на Чернобыльской АЭС. Целью подобного рода испытаний являлось обеспечение безопасной работы энергетического блока АЭС.

В ходе эксперимента персонал станции допустил ряд нарушений правил эксплуатации ядерного реактора, что привело к неисправности системы охлаждения реактора и блокировке системы его аварийной защиты. В результате 26 апреля 1986 года в 01 ч 23 мин 40 с по московскому времени началось катастрофически быстрое увеличение мощности реактора. Последовало два тепловых взрыва, которые привели к пожару и выбросу радиоактивных продуктов из активной зоны реактора в окружающую среду.

В период с 1986 по 1990 год была проведена большая работа по уточнению причин произошедшей катастрофы. Сейчас с точностью до минуты известно о действиях всего персонала, дежурившего на станции в ночь с 25 на 26 апреля, а также о тех ошибках, которые привели к трагедии. Расходясь в деталях, специалисты единодушны в одном: причины катастрофы – в техническом несовершенстве конструкций реактора и ошибочных действиях персонала вплоть до нарушения им правил эксплуатации реактора.

### *Как чернобыльские радионуклиды попали в окружающую среду?*

Выброс радиоактивных продуктов из разрушенного реактора Чернобыльской АЭС продолжался примерно 20 суток, причем наиболее интенсивно – в течение первых 10 суток. Перемещение образовавшегося радиоактивного облака определялось направлением ветра, поэтому погодные условия оказали существенное

влияние на распространение радиоактивных веществ в окружающей среде. Поскольку выброс был длительным, а метеорологические условия неоднократно менялись, радиоактивные вещества распространялись в различных направлениях.

26-27 апреля радионуклиды выпали на территории Украины, Беларуси и России. К вечеру 27 апреля радиоактивное облако достигло Скандинавии. В последующие два дня оно оказалось уже в странах Центральной Европы, а после очередной смены направления ветра – на Балканах. Его влияние проявилось даже в таких далеких от нас странах, как Великобритания, Турция, Израиль и даже Япония.

Наиболее загрязненными после чернобыльского выброса оказались территории Беларуси, Украины и России. Территории других стран подверглись загрязнению в значительно меньшей степени.

Пожар и выброс радионуклидов пытались предотвратить, постоянно сбрасывая с вертолетов материалы, поглощающие нейтроны (в частности, оксид бора), а также вещества, поглощающие тепло (доломит, песок, глина). Однако прекратить горение графита удалось только к 9 мая: была засыпана шахта реактора, что снизило выброс радиоактивных веществ в окружающую среду почти в 100 раз. Позднее под реактором был проделан тунель для охлаждения реактора с помощью жидкого азота. Следующим шагом, позволившим уменьшить выброс радиоактивных веществ в окружающую среду, явилось строительство над разрушенным реактором укрытия – саркофага, которое было завершено к ноябрю 1986 года.

***Учитель:*** Сейчас каждый ряд получит карточки, на которых будут описаны события, связанные с аварией и произошедшие в период с 26 апреля по сентябрь 1986 года. Ваша задача – расположить их в хронологической последовательности и составить краткий рассказ. На это вам дается 5 минут (Приложение 2 к уроку 9).

## *Загрязнение радионуклидами территории Республики Беларусь*

В июле-августе 1986 года на основе данных, полученных специалистами Госкомгидромета, Министерства обороны, Министерства здравоохранения и Академий наук Беларуси, Украины и России, были выпущены первые карты загрязнения чернобыльскими радионуклидами территории трех республик бывшего СССР. Вначале эти карты были секретными и предназначались только для правительственных служб. В мае 1989 года карты были опубликованы в открытой печати и стали доступны широкой общественности.

В первые часы катастрофы основной вклад в эффективную дозу облучения населения вносили гамма- и бета-излучающие радионуклиды, выброшенные из реактора в составе легколетучих продуктов деления ядерного топлива. Очень скоро наибольшую радиационную опасность стал представлять радиоактивный йод ($^{131}$I), который при попадании в атмосферный воздух, становится источником внешнего и внутреннего облучения организма чело-

века. В первые дни катастрофы вклад $^{131}I$ в суммарную активность выброшенных радионуклидов достигал 25%.

Практически вся территория Беларуси в различной степени подверглась загрязнению радиоактивным йодом. В апреле-мае 1986 года наибольшие уровни выпадения $^{131}I$ отмечались в ближней зоне ЧАЭС: в Брагинском, Хойникском и Наровлянском районах Гомельской области. Значительному загрязнению подверглись юго-западные и северные районы Гомельской области, а также отдельные районы Могилевской и Брестской областей.

Как уже отмечалось, йод является важнейшим элементом, необходимым при выработке гормонов щитовидной железой. Почвы многих регионов Беларуси, особенно Полесья, характеризуются пониженным содержанием этого элемента, поэтому у жителей республики нередко наблюдается недостаток йода в организме. Следовательно, при появлении в окружающей среде радиоактивного йода происходит его интенсивное накопление в организме.

Радиоактивный йод находился в воздухе в аэрозольном состоянии. Оседая на землю, он загрязнял почву, растительность, водоемы. Он поступал в организм человека вместе с вдыхаемым воздухом по цепи «атмосферный воздух – человек», а также с загрязненными продуктами питания, в основном по цепи «растительный корм – молочный скот – молоко – человек», и накапливался в щитовидной железе. При этом дозы облучения, полученные щитовидной железой, зависели от уровня загрязнения местности радиоактивным йодом.

Период полураспада $^{131}I$ равен 8 суткам, поэтому примерно через 2 месяца после катастрофы выброшенный из реактора радионуклид практически полностью распался. Однако накопление радиоактивного йода в организме людей и облучение щитовидной железы в этот период привели впоследствии к увеличению частоты заболеваемости этого органа.

Со временем распались и другие короткоживущие радионуклиды. Основную опасность стали представлять долгоживущие радионуклиды, в первую очередь цезий ($^{137}Cs$) ($T_{1/2}$ = 30 лет). Его соединения, как правило, легколетучи, поэтому загрязнение радиоактивным цезием затронуло многие страны Европы.

Распад $^{137}Cs$ сопровождается испусканием бета- и гамма-излучения. Он является основным источником внешнего облучения населения, а при попадании в организм служит источником вну-

треннего облучения органов и тканей.

Являясь щелочным элементом, цезий по своим химическим свойствам подобен калию, участвующему во многих жизненно важных процессах. Соответственно, при попадании в организм радиоактивный цезий способен замещать калий и вместе с ним включаться в процессы обмена веществ. Это приводит к распределению радиоактивного цезия по всему организму и, как следствие, внутреннему облучению органов и тканей человека.

Около 35% $^{137}$Cs, выпавшего в Европе в результате чернобыльской катастрофы, осело на территории Беларуси. Согласно действующему законодательству, если плотность загрязнения почв $^{137}$Cs превышает 37 кБк/м$^2$ (1 Ки/км$^2$), территорию относят к зоне загрязнения. На 23% площади республики плотность загрязнения почв радиоактивным цезием оказалась выше этого уровня. В некоторых местах максимальный уровень загрязнения достигал 60 000 кБк/м$^2$ (1 600 Ки/км$^2$). В качестве сравнения отметим, что площади с плотностью загрязнения $^{137}$Cs 37 кБк/м$^2$ в Украине составляют 7% территории, а в России – 1,5% европейской части территории.

Последствия чернобыльской катастрофы для Беларуси оказались чрезвычайно тяжелыми. В 1986 году в зоне загрязнения оказалось более 3 600 населенных пунктов (в том числе 27 городов), в которых проживало 2,1 млн. человек, то есть около четверти населения Беларуси. Однако с течением времени в результате естественного распада радионуклида уровень загрязнения территории республики $^{137}$Cs снизился.

В настоящее время в зависимости от характера загрязнения местности определенный вклад в дозу облучения населения могут вносить и другие долгоживущие радионуклиды. В основном, это стронций ($^{90}$Sr), а также изотопы трансурановых элементов и продукты их распада.

Поскольку соединения стронция менее летучи по сравнению с соединениями цезия, продукты выброса, содержащие радиоактивный стронций, не могли распространяться на большие расстояния от места катастрофы. Поэтому загрязнение территории $^{90}$Sr носит более локальный характер по сравнению с загрязнением $^{137}$Cs: основная часть радиоактивного стронция сосредоточена в 30-километровой зоне ЧАЭС. Помимо того установлено, что

радиоактивный стронций относительно легко поступает из почвы в природные воды, растения и попадает в организмы животных и человека преимущественно с пищей. $^{90}Sr$ является бета-излучателем, поэтому его вклад в формирование дозы внешнего облучения сравнительно небольшой. Основную опасность он представляет при попадании внутрь организма: стронций, являясь щелочноземельным элементом, по своим химическим свойствам подобен кальцию. Следовательно, радиоактивный стронций может замещать кальций в костной и других тканях организма человека.

Наряду с цезием и стронцием серьезную опасность для человека могут представлять и трансурановые элементы (ТУЭ): радионуклиды плутония и америция – $^{238}Pu$, $^{239}Pu$, $^{240}Pu$, $^{241}Pu$ и $^{241}Am$. Все перечисленные радионуклиды, за исключением $^{241}Pu$, являются альфа-излучателями, формирующими дозу внутреннего облучения человека. При этом наибольшую опасность представляет их поступление в организм вместе с вдыхаемым воздухом. Попадание трансурановых элементов в организм с пищей, как правило, не столь существенно, поскольку эти элементы, в основном, входят в состав малорастворимых соединений и отличаются низкой подвижностью и биологической доступностью. Обычно они в незначительных количествах переходят из почвы в растительность и далее по пищевым цепочкам поступают в организм животных и человека.

В результате катастрофы на ЧАЭС тугоплавкие соединения трансурановых элементов выпали преимущественно в радиусе 30 км от станции: на территории Брагинского, Наровлянского, Хойникского, Речицкого, Добрушского и Лоевского районов Гомельской области и Чериковского района Могилевской области.

В соответствии со статьей 4 Закона Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», территория Республики Беларусь разделена на ***5 зон*** в зависимости от уровня загрязнения почв и величины среднегодовой эффективной дозы облучения населения от чернобыльских радионуклидов.

### *1. Зона эвакуации (отчуждения)*

1. Территория, прилегающая к ЧАЭС (в основном, в радиусе 30 км), с которой в 1986 году в соответствии с существующими нормами радиационной безопасности было эвакуировано население;

2. Территория, с которой было проведено дополнительное от-

селение людей в связи с высоким уровнем загрязнения почв радионуклидами стронция и плутония. Уровни загрязнения почв этими радионуклидами составляют:

$^{90}Sr$ – более 111 кБк/м$^2$ (3 Ки/км$^2$), или

$^{238,239,240}Pu$ – более 3,7 кБк/м$^2$ (0,1 Ки/км$^2$).

Позже в этой зоне на части территории Брагинского, Наровлянского и Хойникского районов для наблюдения за состоянием природной среды в условиях загрязнения радионуклидами был создан Полесский государственный радиационно-экологический заповедник.

### *2. Зона первоочередного отселения*

Территория с уровнем загрязнения почв:

$^{137}Cs$ – 1480 кБк/м$^2$ (40 Ки/км$^2$) и более, или

$^{90}Sr$ – 111кБк/м$^2$ (3 Ки/км$^2$) и более, или

$^{238,239,240}Pu$ – 3,7 кБк/м$^2$ (0,1 Ки/км$^2$) и более.

### *3. Зона последующего отселения*

Территория с уровнем загрязнения почв:

$^{137}Cs$ – от 555 до 1480 кБк/м$^2$ (от 15 до 40 Ки/км$^2$), или

$^{90}Sr$ – от 74 до 111кБк/м$^2$ (от 2 до 3 Ки/км$^2$), или

$^{238,239,240}Pu$ – от 1,85 до 3,7 кБк/м$^2$ (от 0,05 до 0,1 Ки/км$^2$),

а также территория с более низким уровнем загрязнения почвы вышеуказанными радионуклидами, где среднегодовая эффективная доза облучения населения от чернобыльских радионуклидов может превышать 5 мЗв/год.

### *4. Зона с правом на отселение*

Территория с уровнем загрязнения почв:

$^{137}Cs$ – от 185 до 555 кБк/м$^2$ (от 5 до 15 Ки/км$^2$), или

$^{90}Sr$ – от 18,5 до 74кБк/м$^2$ (от 0,5 до 2 Ки/км$^2$), или

$^{238,239,240}Pu$ – от 0,74 до 1,85 кБк/м$^2$ (от 0,02 до 0,05 Ки/км$^2$),

а также территория с более низким уровнем загрязнения почвы вышеуказанными радионуклидами, где среднегодовая эффективная доза облучения населения от чернобыльских радионуклидов может превышать 1 мЗв/год.

### *5. Зона проживания с периодическим радиационным контролем*

Территория с уровнем загрязнения почв:

$^{137}Cs$ – от 37 до 185 кБк/м$^2$ (от 1 до 5 Ки/км$^2$), или

$^{90}Sr$ – от 5,5 до 18,5кБк/м$^2$ (от 0,15 до 0,5 Ки/км$^2$), или

$^{238,239,240}$Pu – от 0,37 до 0,74 кБк/м$^2$ (от 0,01 до 0,02 Ки/км$^2$).

Среднегодовая эффективная доза облучения населения от чернобыльских радионуклидов на этой территории не должна превышать 1 мЗв/год.

### *Заключение*

***Учитель:*** Таким образом, в результате длительного выброса радиоактивных продуктов из реактора и меняющихся в этот период погодных условий загрязнение территории нашей республики радионуклидами оказалось чрезвычайно неравномерным. Даже в разных местах одного и того же населенного пункта уровень загрязнения почв чернобыльскими радионуклидами может сильно отличаться.

Что касается последствий катастрофы на ЧАЭС для нашей страны, то они оказались настолько серьезными, что Верховный Совет БССР в июле 1990 года объявил территорию республики зоной экологического бедствия. Государство до сих пор принимает меры по преодолению последствий чернобыльской катастрофы, которые, в основном, направлены на уменьшение экологических и социально-экономических проблем, возникших в результате крупнейшей техногенной катастрофы.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Каковы причины аварии, произошедшей на ЧАЭС 26 апреля 1986 года?

2 вариант: Почему аварию, произошедшую на ЧАЭС, называют глобальной радиационной катастрофой?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Недостатки конструкции атомного реактора Чернобыльской атомной электростанции и ошибочные действия персонала, вплоть до нарушения правил эксплуатации реактора, привели к самой крупной ядерной катастрофе в истории развития ядерной энергетики. В результате были загрязнены обширные пространства суши, приземные слои атмосферы и поверхностные воды.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 9

## *Игра «Верю – не верю»*

Учитель предлагает ученику утверждение, на которое тот отвечает «верю» либо «не верю». Ниже приведен набор примерных утверждений (верные утверждения помечены знаком «+», неверные – знаком «-»).

1. Людям, проживающим в непосредственной близости от радиационно опасных объектов, необязательно знать место расположения убежища (-).

2. Основной способ оповещения населения об авариях на радиационно опасных объектах – передача информации по местной теле- и радиовещательной сети (+).

3. Для привлечения внимания населения перед передачей такой информации включают сирены и другие звуковые сигнальные средства, звуки которых означают сигнал «Внимание всем!» (+).

4. При оповещении населения об аварии полученные указания выполнять необязательно (-).

5. Подготовка к возможной эвакуации заключается в сборе самого необходимого: документов, денег, личных вещей, продуктов, лекарств, средств индивидуальной защиты, в том числе подручных (накидок, плащей из синтетических пленок, резиновых сапог, перчаток) (+).

6. Использование средств индивидуальной защиты позволяет практически полностью исключить попадание радиоактивных веществ внутрь организма через органы дыхания (+).

7. Однократный прием 100 мг стабильного йода обеспечивает защитный эффект в течение всей жизни (-).

8. Режим радиационной защиты обеспечивает максимальное уменьшение возможных доз облучения (+).

9. Во время движения по радиоактивно загрязненной местности можно пить и есть (-).

10. По прибытии в район размещения эвакуированных радиационный контроль проходить необязательно, можно сразу переодеться в чистые вещи (-).

Приложение 2 к уроку 9

**26.04.1986, 1:23**

В ходе проведения проектных испытаний на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС произошёл взрыв, который полностью разрушил реактор. Здание энергоблока частично обрушилось. В различных помещениях и на крыше начался пожар, длившейся почти две недели. Выброшено в атмосферу 190 тонн радиоактивных веществ. 8 из 140 тонн радиоактивного топлива реактора оказались в воздухе. Другие опасные вещества продолжали покидать реактор в результате пожара. Распоряжением Совета Министров СССР № 830 для расследования причин и ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС была создана Правительственная комиссия. Авария расценивается как крупнейшая в своём роде за всю историю ядерной энергетики как по предполагаемому количеству погибших и пострадавших от её последствий людей, так и по экономическому ущербу.

**26.04.1986, 15:00**

К 15 ч. 26 апреля 1986г. было достоверно установлено, что реактор разрушен, а из его развала в атмосферу поступают огромные количества радиоактивных веществ.

**26.04.1986, 23:00**

Обсуждение в Правительственной комиссии вопроса об эвакуации населения из Припяти (принято решение усилить наблюдение за радиоационной обстановкой, подтянуть предназначенный для эвакуации транспорт к окраинам Чернобыля, окончательное решение принять утром 27.04.1986 г.)

**27.04.1986, 2:00**

Прибытие автотранспорта в районы катастрофы и сосредоточение его на рубеже Чернобыля: автобусов – 1225 (на 144 автобусах было установлено транспортно-санитарное оборудование), грузовых автомобилей – 360. Кроме того, на железнодорожной станции Янов были подготовлены два дизель-поезда на 1500 мест.

**27.04.1986, 10:00-12:00**

На совещании председатель Правительственной комиссии дал местным партийным и советским органам указания и объявил порядок эвакуации населения (временем и датой официаль-

но объявленного решения Правительственной комиссии о проведении эвакуации Припяти принято считать 12.00 27.04.1986 г.).

**27.04.1986, 13:10**

Передача по местному радио сообщения Припятского горисполкома об эвакуации.

**27.04.1986, 13:20-13:50**

Обход домов сотрудниками милиции.

**27.04.1986, 13:50**

Сбор жителей Припяти у подъездов своих домов.

**27.04.1986, 14:00**

Подача автобусов к местам сбора (начало эвакуации г. Припять).

**27.04.1986, 14:00-16:30**

Проведение эвакуации: колонны из 20 автобусов и 5 грузовых машин направлялись за людьми и личным имуществом в г. Припять с интервалом в 10 мин в сопровождении ГАИ.

**27.04.1986, 18:20**

Повторный поквартирный обход домов сотрудниками милиции (выявлено 20 человек, которые пытались уклониться от эвакуации).

**27 апреля – 10 мая 1986**

Засыпка защитных материалов с вертолетов в развал 4-го энергоблока.

**02.05.1986**

Принято решение об эвакуации населения из 30-километровой зоны ЧАЭС и других населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Энергоблоки №1-3 переведены в режим временной консервации.

**16.05.1986**

Правительственная комиссия приняла решение о долговременной консервации разрушенного энергоблока. Реализация данного задания осложнялась чрезвычайно высокими уровнями

гамма-излучения, отсутствием достоверной информации о степени разрушения и состоянии конструкций 4-го блока, отсутствием опыта ликвидации подобных аварий в мировой практике.

**20 мая – 15 июля 1986**

Первый этап сооружения «Укрытия». Освоение пространства для разворачивания строительных работ (удаление источников излучения, дезактивация). Изготовление конструкций и элементов. Создание инфраструктуры (бетонные заводы, транспортные коммуникации, социально-бытовая инфраструктура и др.).

**15 июля 1986**

Окончен первый этап дезактивации в помещениях энергоблоков первой очереди (1-й и 2-й энергоблоки).

**16 июля – 15 сентября 1986**

Второй этап сооружения «Укрытия». Выполнение основного объема строительных работ.

**22.08.1986**

Принято решение о проведении дополнительной эвакуации населения из населенных пунктов в связи с аварией на ЧАЭС.

**15 сентября – 30 ноября 1986**

Третий этап сооружения «Укрытия». Окончание строительно-монтажных работ.

# Урок 10

## Загрязнение биосферы радионуклидами чернобыльского выброса.

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить с последствиями катастрофы на Чернобыльской АЭС для воздушной и водной среды, а также для растительного и животного мира.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изложения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, ручка компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 5 мин
4. Работа над новым материалом. 31 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы познакомились с историей катастрофы на Чернобыльской АЭС, узнали о загрязнении радионуклидами территории Республики Беларусь. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого ответим на вопросы:

1. Где расположена Чернобыльская атомная электростанция?
2. Почему катастрофа на Чернобыльской АЭС оказала влияние практически на всю планету?
3. Какой радионуклид в первые дни после аварии на ЧАЭС внёс наибольший вклад в облучение населения?
4. Какое количество зон в зависимости от уровня загрязнения почв и величины среднегодовой эффективной дозы облучения населения от чернобыльских радионуклидов существует в Республике Беларусь?
5. Какая из трех стран (Россия, Украина, Беларусь) пострадала больше всего от аварии на ЧАЭС?

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:***

***Загрязнение радионуклидами воздушной и водной сред***

В апреле-мае 1986 года после катастрофы на Чернобыльской АЭС содержание радионуклидов в воздухе в районах, прилегающих к АЭС, возросло в миллионы раз, а на остальной территории республики – в тысячи раз по сравнению с 1985 годом. Воздух был насыщен наиболее летучими радиоактивными продуктами, содержащими, главным образом, радионуклиды йода ($^{131}$I) и цезия ($^{137}$Cs). Максимальные концентрации радионуклидов в воздухе наблюдали 27-28 апреля 1986 года.

Загрязнение воздуха начало заметно уменьшаться во второй половине мая 1986 года в результате оседания выброшенных в атмосферу радиоактивных частиц на земную поверхность, а также за счет распада короткоживущих радионуклидов, в том

числе и $^{131}$I. Быстрое снижение продолжалось до конца 1986 года, а затем темпы его резко упали.

В настоящее время загрязнение воздуха радионуклидами в большинстве населенных пунктов Беларуси практически такое же, как до катастрофы. Более высокие уровни загрязнения воздуха могут отмечаться лишь в зоне отчуждения и на прилегающих к ней территориях. При этом уровень загрязнения воздуха радионуклидами может увеличиваться и при сжигании в печах загрязненного радионуклидами топлива. В то же время, при зарастании территории растительностью запыленность воздуха снижается, причем тем в большей степени, чем обильнее и плотнее растительный покров.

Перераспределение радионуклидов происходит и в водных системах. Начальное загрязнение поверхностных вод (рек, озер и др.) произошло в результате выпадения на водную поверхность радиоактивных веществ, выброшенных в атмосферу из разрушенного реактора. В дальнейшем радиоактивные вещества смывались в водоемы с водосборных территорий, питающих реки, озера, водохранилища.

Особенно важную роль в переносе радионуклидов играют реки, в которых перенос радионуклидов происходит как в растворенном виде, так и на частицах взвесей, которые удерживают радионуклиды. Наибольшему загрязнению радионуклидами в результате чернобыльской катастрофы подверглись Днепр, Сож и Припять, в меньшей степени – Неман и Западная Двина.

Воды рек и проточных озер, благодаря постоянной смене воды и оседанию взвешенных радиоактивных частиц на дно водоема, обладают способностью к самоочищению. При этом радионуклиды накапливаются в донных отложениях. В периоды половодий происходит обратный процесс: донные осадки взмучиваются и переходят во взвешенное состояние, а уровень загрязнения воды радионуклидами увеличивается.

За годы, прошедшие после катастрофы, содержание $^{137}Cs$ в больших и средних реках Беларуси значительно снизилось. Это связано с уменьшением уровня загрязнения водосборных территорий в результате распада $^{137}Cs$ и с уменьшением смыва радионуклидов с этих территорий в речные воды.

В настоящее время содержание $^{137}Cs$ и $^{90}Sr$ в водах рек не превышает Республиканских допустимых уровней (РДУ-99). Лишь в периоды половодий возможно превышение этих уровней на территориях с высокой плотностью загрязнения чернобыльскими радионуклидами.

Как уже отмечалось, существенный вклад в загрязнение водоемов радионуклидами вносят донные отложения и гидробионты – водные организмы растительного и животного происхождения. Как правило, самыми загрязненными являются донные отложения, а самым чистым компонентом водоема является вода. При этом в замкнутых и слабопроточных озерах, расположенных на загрязненных территориях, концентрации в воде $^{137}Cs$ и $^{90}Sr$ и запас радионуклидов в донных отложениях больше, чем в реках, протекающих на этих территориях. Поэтому эти водоемы могут вносить некоторый вклад в формирование дозы облучения населения, поскольку обычно являются зонами отдыха и рыболовства.

Что касается содержания радионуклидов в подземных водах – источнике питьевого и хозяйственного водоснабжения в нашей республике, – то оно не превышает Республиканских допустимых уровней (РДУ-99).

***Учитель:*** Сейчас поработаем в парах. Возьмите карту Беларуси и отметьте на ней реки, которые подверглись наибольшему загрязнению радионуклидами в результате чернобыльской катастрофы, а также реки, которые были менее всего загрязнены. На выполнение задания дается 5 минут, после чего мы проверим результаты (Приложение 1 к уроку 10).

### *Загрязнение радионуклидами природной растительности*

Хвойные, лиственные и смешанные леса, сенокосные луга и пастбища широко используются для заготовки древесины, сбора грибов и ягод, охоты, выпаса животных, заготовки сена и лекарственных растений. Однако, в результате катастрофы на ЧАЭС, 22% всей площади

лесов Беларуси (20,1 тыс. км$^2$ лесных угодий) оказались загрязненными радионуклидами. Луга занимают около 10% территории радиоактивного загрязнения.

В первые дни после катастрофы около 80% радиоактивных веществ, выпавших на лесные территории, было задержано наземными частями растений, и только 20% осело на почву. Со временем атмосферные осадки, ветер, опадание листвы и ветвей деревьев способствовали переходу радионуклидов с древесных крон в лесную подстилку. Постепенно древесные кроны очищались.

В лесных экосистемах содержание радионуклидов уменьшается при переходе от нижних ярусов к верхним. Больше всего радионуклидов $^{137}$Cs и $^{90}$Sr накапливается в живом надпочвенном покрове, меньше – в подлеске и подросте и еще меньше – в верхнем ярусе леса.

Поступление радионуклидов из почвы в растение зависит от вида и возраста древесной породы. Чем старше дерево, тем медленнее в нем протекают процессы обмена веществ и в меньше степени усваиваются радионуклиды. Ива, береза, сосна и ель больше других древесных пород накапливают радионуклиды. По снижению способности накапливать $^{137}$Cs наземные части древесных растений можно расположить в следующей последовательности: хвоя – луб – стволовая древесина.

Из пищевой продукции леса наиболее загрязнены грибы и некоторые виды ягод (черника, клюква, голубика, брусника), корневая система которых располагается в самой верхней и наиболее загрязненной радионуклидами части почвенного профиля. Содержание $^{137}$Cs в этой продукции обычно превышает допустимые нормы даже на территориях с небольшой плотностью загрязнения 37-74 кБк/м$^2$ (1-2 Ки/км$^2$). В ближайшие годы пищевая продукция леса останется загрязненной выше допустимых уровней (РДУ-99) на территории с указанной плотностью загрязнения, что ограничит ее использование.

По способности накапливать радионуклиды грибы можно разделить на четыре группы: слабо-, средне-, сильнонакапливающие и грибы-аккумуляторы.

*Классификация грибов по степени накопления $^{137}Cs$*

| Слабонакапливающие | | Средненакапливающие | |
|---|---|---|---|
| Опенок осенний | | Лисичка настоящая | |
| Опенок зимний | | Рядовка серая | |
| Опенок летний | | Белый гриб | |
| Зонтик пестрый | | Подосиновик | |
| Дождевик | | Подберезовик обыкновенный | |
| Вешенка | | Подберезовик болотный | |
| Сильнонакапливающие | | Грибы-аккумуляторы | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Груздь белый и черный | | Польский гриб | |
| Волнушка белая и розовая | | Моховик желто-бурый и зеленый | |
| Сыроежка | | Масленок | |
| Зеленка | | Горькушка | |

Из 200 видов съедобных грибов, встречающихся в белорусских лесах, в пищу традиционно используют не более 35 видов. При этом сбор грибов слабо- и средненакапливающих радионуклиды рекомендуется проводить в лесах с плотностью загрязнения до 74 кБк/м$^2$ (2 Ки/км$^2$), а грибов-аккумуляторов и грибов, сильно накапливающих радионуклиды, - в лесах с плотностью загрязнения до 37 кБк/м$^2$ (1 Ки/км$^2$).

При плотности загрязнения лесов радиоактивным цезием выше 74 кБк/м$^2$ (2 Ки/км$^2$) в собранных грибах, ягодах, заготавливаемом сырье необходимо ОБЯЗАТЕЛЬНО контролировать содержание радионуклидов.

*Классификация лесных ягод по степени накопления $^{137}Cs$*

| Слабонакапливающие | | Средненакапливающие | |
|---|---|---|---|
| Калина<br>Рябина | | Земляника<br>Ежевика<br>Малина | |
| **Сильнонакапливающие** | | | |
| Клюква | | Голубика | |
| Черника | | Брусника | |

Накопление радионуклидов травянистыми растениями зависит, в основном, от:

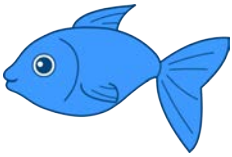
- условий произрастания и свойств почвы;
- количества почвенной влаги;
- видовых особенностей растений;
- вида растения и строения его корневой системы.

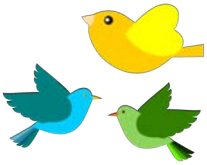
По способности накапливать $^{137}Cs$ в надземной части виды травянистых растений можно расположить в следующей последовательности (по степени возрастания): крестоцветные, зверобойные, кипрейные, бобовые, гречишные, сложноцветные, злаковые, осоковые, вересковые. При этом необходимо помнить, что действие радиации на растительность отчетливо проявляется только на территориях с достаточно высокими уровнями загрязнения – более 3700 кБк/м$^2$ (100 Ки/км$^2$) по $^{137}Cs$.

### *Последствия катастрофы для животного мира*

Накопление радионуклидов в организме животных зависит от уровня загрязнения среды их обитания и происходит, в основном, по пищевым цепям. Наиболее высокое содержание радионуклидов у представителей различных видов фауны наблюдали в первый год после катастрофы вблизи ЧАЭС.

У рыб, обитающих в одних и тех же водоемах, самое высокое содержание радионуклидов в мышечной ткани характерно для хищных видов – окуня, щуки. Значительно меньше содержится радионуклидов в мышечной ткани представителей мирных видов рыб – красноперки, карася золотого и др. При этом в мышцах крупных рыб накапливается $^{137}Cs$ больше, чем в мышцах мелких. Важно отметить также, что у всех видов рыб, которые обитают в проточных водоемах (реках, проточных озерах и т.п.), содержание радионуклидов в организме значительно ниже, чем у видов, обитающих в непроточных водоемах.





У представителей сухопутной фауны поступление радионуклидов в организм существенно зависит от условий обитания. Среди птиц, являющихся объектами охоты, максимальное содержание радиоактивного цезия отмечено в организме серой куропатки, обитающей на сухих открытых местах. Из птиц прибрежного водного комплекса больше всего подверженные накоплению радионуклидов чирок-трескунок и кряква, меньше всего – широконоска.

У копытных млекопитающих, обитающих в наиболее загрязненных районах, содержание радионуклидов остается на высоком уровне и зависит от сезона и климатических условий. Например, у охотничье-промысловых копытных в летне-осенний период загрязнение внутренних органов и тканей увеличивается в связи с накоплением в этот период радионуклидов в растениях, составляющих их кормовую базу.

Хищные млекопитающие (волк, лисица) накапливают больше радионуклидов, чем травоядные животные, которыми они питаются. Так, уровни загрязнения организма волка и лисицы $^{137}Cs$ в 10-12 раз превышают уровни загрязнения организмов травоядных животных на той же территории.

При постоянном поступлении радионуклидов с пищей в организм позвоночных животных происходит их накопление в отдельных органах и тканях. По степени убывания содержания $^{137}Cs$ органы и ткани животных можно расположить в следующей последовательности: мышечная ткань – почки – сердце – селезенка – печень – легкие – костная ткань.

### *Заключение*

***Учитель:***

Загрязнение биосферы в результате катастрофы на ЧАЭС происходило неравномерно. На сегодняшний момент на значительной части территории страны почвы и произрастающая на них растительность оказались загрязненными долгоживущими радионуклидами. За счет переноса радионуклидов по пищевым цепям загрязненной оказалась и продукция животного происхождения. А поскольку процессы самоочищения почв за счет естественного распада чернобыльских радионуклидов и их миграции из корнеобитаемого слоя в нижележащие слои протекают медленно, долгоживущие радионуклиды еще долго смогут поступать в продукцию растительного и животного происхождения.

Что касается других ресурсов, то благодаря способности к самоочищению, атмосферный воздух и воды поверхностных водоемов постепенно очистились от радионуклидов чернобыльского происхождения. Однако их значительное количество скопилось в донных отложениях рек, озер и других водных объектов, расположенных в зоне загрязнения.

Накопление радионуклидов в организме животных зависит от уровня загрязнения среды их обитания и происходит, в основном, по пищевым цепочкам.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Как и почему менялся со временем уровень загрязнения воздушной и водной сред после чернобыльской катастрофы?

2 вариант: Почему хищные животные в большей степени накапливают радионуклиды по сравнению с травоядными?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:***

На загрязнение воздуха радионуклидами заметно влияют стихийные природные явления: пылевые бури, лесные и торфяные пожары. Во время таких событий радиоактивные вещества могут переноситься на большие расстояния.

На всех пострадавших территориях уровень загрязнения поверхностных вод радионуклидами уже практически стабилен и мало меняется год от года. Однако в периоды, связанные с экстремальными ситуациями (засухи, паводки, обильные дожди), может происходить заметное изменение радиоактивности поверхностных вод.

Исследования природных популяций растений свидетельствуют, что в целом растительные комплексы являются относительно устойчивыми к радиационному воздействию. Большинство представителей растительного мира на загрязненных территориях не претерпели существенных морфологических изменений.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 10

1. ***Днепр*** является одной из главных рек Европы (четвертая по длине), которая берет свое начало в России, протекает через Беларусь и Украину, впадает в Черное море. Имеет бассейн в 504 000 км$^2$. Река известна своими плотинами и гидроэлектростанцией. Днепр – важный судоходный водный путь. Через Днепровско-Бугский канал объединен с другими водными путями в Европе.

Города (Беларусь), расположенные на Днепре: Могилев (областной центр), Орша, Шклов, Быхов, Рогачев, Жлобин, Речица.

2. ***Западная Двина*** протекает по территории России, Беларуси и Латвии, впадая в Рижском заливе (Латвия) в Балтийское море. Двина является частью международной границы между Латвией и Республикой Беларусь.

Города (Беларусь), расположенные на реке Западная Двина: Витебск (областной центр), Руба, Бешенковичи, Полоцк, Новополоцк, Дисна, Верхнедвинск, Друя.

3. ***Неман*** является одной из основных восточноевропейских рек. Берет начало в Беларуси (к югу от Минской возвышенности),

протекает через Литву, впадает в Куршский залив, а затем – в Балтийское море в Клайпеде. Это северная граница между Литвой и Калининградской областью России. Неман также является частью границы между Литвой и Республикой Беларусь.

Города (Беларусь), расположенные на реке Нёман – Гродно (областной центр), Новогрудок, Столбцы, Мосты.

4. ***Припять*** протекает на восток через Украину, Беларусь и снова возвращается в Украину, впадая в Днепр. Припять проходит через зону отчуждения, огибая ЧАЭС, вследствие чего загрязнена радионуклидами. Эта река имеет слияния с пятью другими реками.

Города (Беларусь), расположенные на реке Припять: Туров, Пинск, Лунинец, Столин, Житковичи, Петриков, Калинковичи, Мозырь, Хойники, Ельск, Наровля.

5. ***Сож*** – левый приток Днепра, протекает в Беларуси и России (Смоленская обл.) по границе с Украиной.

Города (Беларусь), расположенные на реке Сож: Гомель (областной центр, второй по величине город в Беларуси.), Славгород, Кричев, Чериков.

# Урок 11

## Последствия аварии на Чернобыльской АЭС.

**Цели урока:**
*Образовательная* – показать какой огромный ущерб нанесла экономике Беларуси чернобыльская катастрофа; причины нарушений социально-экономических связей, психологического стресса, медицинских, демографических и других последствий.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изучения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 5 мин
4. Работа над новым материалом. 31 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы знакомились с загрязнением биосферы радионуклидами чернобыльского выброса. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого правильно расположим грибы и ягоды по их способности накапливать радионуклиды (Приложение 1 к уроку 11).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Катастрофа на Чернобыльской АЭС привела к загрязнению радионуклидами обширных территорий, серьезным экономическим, медицинским, социально-психологическим и другим последствиям, которые полностью не преодолены до настоящего времени. Поскольку радиационных катастроф подобного масштаба никогда раньше не было, а их возможность даже не рассматривалась, пострадавшие республики (БССР, УССР, РСФСР) оказались не готовы к оперативному принятию адекватных мер, соответствующих масштабам катастрофы.

### *Экономический ущерб*

Радиационная катастрофа 1986 года оказала негативное воздействие на все сферы жизни людей и, прежде всего, на сельскохозяйственное и промышленное производство, лесное хозяйство, традиционное природопользование и сложившийся уклад жизни.

Больше всего пострадало *сельское хозяйство*. По причине высоких уровней загрязнения почвы радионуклидами из оборота было выведено 2,65 тыс. км$^2$ сельхозугодий нашей страны. Сократились посевные площади и производство сельскохозяйственных культур, уменьшилось поголовье скота.

Огромный урон был нанесен и *лесному хозяйству*. Около четверти лесного фонда Беларуси (примерно 20 тыс. км$^2$) подверглось загрязнению чернобыльскими радионуклидами. В настоящие время территория лесного фонда в зонах радиоактивного загрязнения составляет 17,01 тыс. км$^2$ или 18% общей площади лесного фонда республики. На леса Гомельской области приходится около 1,1 млн. га (63% площади загрязненных лесов), а Могилевской – около 0,4 млн. га (24%). Согласно оценкам, в белорусских лесах сосредоточено до 70% радионуклидов, выпавших на территорию республики. В различной степени загрязнены 53 из 95 лесхозов отрасли.

В зоне загрязнения также оказались 132 *месторождения полезных ископаемых*, из которых 57 были выведены из эксплуатации. Это почти 5 млн. м$^3$ строительного песка, песчано-гравийных материалов и глин, 7,7 млн. тонн мела и 13,5 млн. тонн торфа. Помимо того, были ограничены поисково-разведочные работы в южной части Припятской нефтегазоносной области с оцененными ресурсами 25,3 млн. тонн нефти.

Суммарный ущерб, нанесенный нашей республике чернобыльской катастрофой, белорусские экономисты оценивают в

**235 млрд. долларов США,**

что составляет 32 годовых бюджета БССР 1985 года. Суммарный экономический ущерб Украины оценен в 201 млрд. долларов США. Россией не проводилась оценка полного ущерба.

***Суммарный ущерб***

- ущерб, нанесенный промышленности и социальной сфере, сельскому хозяйству, строительству, транспорту и связи, жилищно-коммунальному хозяйству в результате загрязнения минерально-сырьевых, земельных, водных, лесных и других ресурсов;
- потери, связанные с ухудшением здоровья населения
- дополнительные затраты на преодоление последствий катастрофы и обеспечение безопасных условий жизнедеятельности населения

Загрязненные в результате радиационной катастрофы регионы оказались в сложных социально-экономических условиях. Спад производства, отток населения, особенно квалифицированных кадров, делали проблемным быстрое преодоление последствий катастрофы.

### *Дозы облучения населения*

Основной вклад в дозу облучения населения за послеаварийный период внесли:

- внутреннее облучение от короткоживущих радионуклидов (прежде всего, $^{131}$I), поступивших в организм человека с вдыхаемым воздухом и с загрязненными продуктами питания;
- внешнее облучение от радионуклидов, выпавших на поверхность почвы;
- внутреннее облучение от долгоживущих радионуклидов, поступавших с загрязненными продуктами питания.

Примерно до середины июня 1986 года одним из основных источников облучения населения был $^{131}$I, который воздействовал, главным образом, на щитовидную железу. В результате его поступления (преимущественно с молоком и листовыми овощами) были сформированы дозы внутреннего облучения щитовидной железы у большинства жителей Беларуси. Результаты радиоэкологического моделирования показывают, что наибольшая численность лиц с высокими (свыше 1 Гр) дозами облучения щитовидной железы приходится на младшую возрастную группу.

Наиболее высокие дозы были получены жителями Гомельской и Могилевской областей; при этом величины облучения детей и подростков Брестской области в целом сопоставимы по уровням с облучением, для Могилевской области. Максимальные дозы облучения получили дети и подростки, проживавшие в Брагинском, Хойникском, Наровлянском и Ветковском районах Гомельской области.

Наиболее высокие коллективные дозы облучения щитовидной железы зарегистрированы у жителей Гомельской области и г. Гомеля, наименьшие – для жителей Витебской области. Суммарная коллективная доза жителей Гомельской области вместе с г. Гомелем составляет 70% от коллективной дозы для всей Беларуси.

Когортой, наиболее подвергшейся аварийному облучению, являются участники ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ликвидаторы, аварийные рабочие). В соответствии с законодательством Республики Беларусь к ликвидаторам

относятся граждане, принимавшие участие в работах в 1986-1989 годах в пределах зоны эвакуации (отчуждения), а также работавшие в 1986-1987 годах в зонах первоочередного и последующего отселения. Министерством здравоохранения СССР были установлены следующие предельно-допустимые дозы аварийного облучения для ликвидаторов: 1986 год – 250 мЗв (до 21 мая для военнослужащих – 500 мЗв), 1987 год – 100 мЗв, 1988 и 1989 годы – по 50 мЗв.

По состоянию на начало 2016 года в Беларуси насчитывалось 66,4 тыс. ликвидаторов, сведения о них внесены в чернобыльский регистр. Анализ данных регистра показал, что официальные записи о дозах облучения колеблются в широком диапазоне. Необходимо отметить, что подавляющее большинство белорусских ликвидаторов не принимало участия в работах на промплощадке, поэтому средние дозы облучения оказались ниже, чем у ликвидаторов из России и Украины.

Отдаленный после аварии период времени, начиная с 1992 года и далее, характеризуется постепенным сокращением объема контрмер и замедлением процессов естественного очищения пищевых продуктов от радионуклидов. В то же время, содержание $^{137}$Cs в организме жителей в этот период времени статистически достоверно не изменялось, а в ряде населенных пунктов даже был отмечен его рост. Это объясняется постепенным снижением объема контрмер, а также возвратом населения к употреблению пищевых продуктов лесного происхождения. В настоящее время в формирование дозы внутреннего облучения населения вклад «даров леса» в некоторых населенных пунктах может достигать 70-80%. В первую очередь, это обусловлено слабо меняющимися со временем уровнями содержания $^{137}$Cs в лесных грибах.

Вклад $^{90}$Sr в дозу внутреннего облучения населения невелик (единицы процентов), однако его относительный вклад в прогнозируемую дозу будет возрастать. Вклад в дозу внутреннего облучения, обусловленный ингаляционным поступлением радионуклидов плутония и америция, составляет доли процента.

По состоянию на начало 2016 года в Беларуси, на территории загрязненной радионуклидами, было расположено *2193 населенных пунктов с населением около 1,1 млн. человек*. Больше всего пострадавших территорий расположено в Гомельской, Мо-

гилевской и Брестской областях. При этом годовая коллективная доза для жителей этих территорий составляет около 210 чел.-Зв, а средняя индивидуальная доза – 0,15 мЗв. Для населения Беларуси в целом основные дозы облучения были сформированы в течение первых 10 лет после аварии. Можно отметить, что с течением времени ежегодный вклад «чернобыльских» радионуклидов в накопленную дозу постоянно сокращался.

***Учитель:*** А теперь устроим мозговой штурм. Каждый из нас предложит версию, как бы развивалась экономика страны, если бы не произошла авария на ЧАЭС, указывая на то, какие отрасли экономики были бы процветающими.

***Учитель:***

### *Здоровье населения*

В мировой практике к радиационно-индуцированным, то есть вызванным радиацией, заболеваниям принято относить новообразования, лучевую болезнь и лучевую катаракту. В последнее время в отечественных и зарубежных научных публикациях стали появляться результаты, ставящие вопрос о возможности влияния радиационного воздействия на частоту неонкологических заболеваний.

Последствия катастрофы на ЧАЭС являются предметом пристального внимания медицинской общественности всего мира. Радиационное воздействие на население республики, связанное с чернобыльской катастрофой, не имеет аналогов ни по своему характеру, ни по масштабам. В соответствии с законодательством Республики Беларусь пострадавшими были признаны около 2 миллионов человек, проживающих на территориях с плотностью загрязнения почвы $^{137}Cs$ более 37 кБк/м$^2$.

### *Заболевания щитовидной железы*

В начальный период аварии достаточно высокие дозы в результате воздействия радиоактивного $^{131}I$, которое специалистами расценивается как «йодный удар», получило практически все население республики. В результате медицинская наука ожидала рост заболеваний раком щитовидной железы. Прогнозировалось,

что в период до 2036 года возможно развитие около 15 тысяч случаев радиационно-индуцированного заболевания раком щитовидной железы.

Важно отметить, что в результате раннего обнаружения и своевременного медицинского вмешательства возможные летальные исходы при возникновении рака щитовидной железы удалось свести к минимуму. Разработанные и внедренные белорусскими медиками методы ранней диагностики, комплексного лечения и реабилитации больных раком щитовидной железы позволили довести уровень смертности этих больных до 1% при среднем уровне в развитых странах 10%.

К настоящему моменту мировая медицинская общественность признала единственно доказанным радиационно-индуцированный характер избыточной заболеваемости раком щитовидной железы у людей, облученных от радионуклидов йода в детском и подростковом возрасте Увеличение частоты других, помимо щитовидной железы, локализаций злокачественных новообразований с действием аварийного облучения не доказано. Также нет статистически достоверного превышения частот врожденных пороков развития в пострадавших в результате аварии на ЧАЭС регионах.

Один из нерешенных мировой медицинской наукой вопросов состоит в том, что среди пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС населения наблюдается рост заболеваемости неонкологической природы, прежде всего катарактой, болезнями системы кровообращения, психоневрологическими расстройствами, которые (за исключением катаракты) по существующим представлениям не относятся к радиационно-обусловленным. Причиной подобного роста общей заболеваемости большинство ученых считает сочетанное воздействие радиации с целым комплексом факторов. В их числе: действовавшие и до аварии неблагоприятные факторы природного и антропогенного характера, психические потрясения, связанные как с аварией, так и с рядом социально-экономических катаклизмов (распад СССР, ухудшение уровня жизни). При этом радиация могла сыграть роль своеобразного спускового механизма для негативного действия остальных факторов.

Показательным в данном случае является мониторинг состояния здоровья ликвидаторов. Это связано с тем, что с одной стороны, большинство ликвидаторов были молодыми, здоровыми

людьми: их средний возраст на момент аварии составлял немногим более тридцати лет. С другой стороны, именно ликвидаторы подверглись наибольшему радиационному воздействию в результате аварии на ЧАЭС.

Подводя итоги, можно сказать, что катастрофического ухудшения здоровья граждан в результате чернобыльской аварии, к счастью, не произошло. Во многом – это результат проводимой диспансеризации, которая способствовала стабилизации заболеваемости, а по некоторым классам и формам болезней – к ее достоверному снижению. При этом показатели смертности среди пострадавшего населения достоверно ниже, чем в контрольной группе, не подвергшейся аварийному облучению.

### *Социально-психологические последствия*

Авария на ЧАЭС оказала влияние не только на экологическую ситуацию и состояние здоровья населения Республики Беларусь, но и на психику людей, что нашло отражение в психических состояниях, социальных установках и соответствующих поведенческих реакциях. Их своеобразие прослеживается на протяжении длительного периода посткатастрофного процесса. При этом, если радиоэкологическая обстановка и состояние здоровья населения в большей степени зависят непосредственно от уровня загрязненности территории радионуклидами, то на психологические последствия в большей мере оказывают влияние информационные процессы, проводимые мероприятия и акции, включая гуманитарную помощь.

Необходимость пристального внимания к психологическим последствиям чернобыльской катастрофы возникла вследствие того, что в начальный период после аварии для одной части населения было характерно высокое психическое напряжение, в то время как для другой – установки на игнорирование радиационной опасности.

Основными причинами психогенных расстройств являются:

- недостаточное знание о действии радиации на организм человека;
- постоянное опасение за собственное здоровье, здоровье

и благополучие близких людей, особенно детей;

- изменение устоявшегося уклада жизни, особенно при смене места жительства у переселенцев;
- необходимость постоянного соблюдения мер предосторожности и прохождения профилактических медосмотров;
- сужение возможностей профессионального самоопределения, особенно у молодежи;
- противоречивая информация о реальной радиационной обстановке и последствиях загрязнения окружающей среды радионуклидами.

Следовательно, неблагоприятные психологические последствия аварии являются в большой степени не результатом реальной радиационной опасности, а следствием субъективного представления человека о радиации. При этом большую роль формировании стресса играет дефицит информации о радиации и ее воздействии на человека, а также неадекватная, несвоевременно представленная информация, информация из неавторитетного, сомнительного источника, а также всевозможные слухи и домыслы. Помимо того, чернобыльская катастрофа и ее последствия совпали по времени с кризисными явлениями в жизни общества, что усугубило психологический дискомфорт пострадавшего населения.

## *Заключение*

***Учитель:*** Значительный экономический ущерб, радиоактивное загрязнение окружающей среды, медицинские, социально-демографические и другие изменения составляют негативные последствия чернобыльской катастрофы.

Загрязненные чернобыльскими радионуклидами регионы Беларуси оказались в сложных социально-экономических условиях. Больше всего пострадало сельское хозяйство. Сократились посевные площади и производство сельскохозяйственных культур, уменьшилось поголовье скота.

Стали меньше использоваться местные минерально-сырьевые ресурсы. В результате катастрофы часть населения Беларуси получила значительные дозы облучения. В первые недели после катастрофы наиболее ощутимый вклад в облучение людей внесли изотопы йода (в основном, $^{131}I$), впоследствии – радиоактивные изотопы цезия ($^{134}Cs$ и $^{137}Cs$).

В настоящее время радиационное воздействие на жителей загрязненных районов республики более чем на 90% обусловлено $^{137}Cs$. Вклад радиоактивного стронция в суммарную дозу облучения составляет единицы процентов, а трансурановых элементов — десятые доли процента.

Доказан рост заболеваемости раком щитовидной железы у облученных в детском и подростковом возрасте.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Какая опасность для здоровья населения была связана с поступлением радиоактивного йода в организм человека в первые месяцы после чернобыльской катастрофы?

2 вариант: Как влияет психоэмоциональное состояние человека на состояние его здоровья после чернобыльской катастрофы?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Рассмотрение последствий чернобыльской катастрофы позволяет лучше понять и оценить масштабы произошедшего события, а также разобраться в том, что нужно сделать, чтобы решить те сложнейшие проблемы, возникшие в результате крупномасштабного загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами. На протяжении последних 30 лет государство прилагает огромные усилия, чтобы преодолеть негативные последствия чернобыльской катастрофы, однако для восстановления утраченного социального и экономического потенциала пострадавших территорий и создания безопасных условий для проживания и работы людей необходимо длительное время. При этом накопленный опыт по преодолению последствий чернобыльской катастрофы имеет огромную ценность для всего мирового сообщества. Он помогает человечеству уменьшить вероятность подобных событий и быть готовым к решению проблем, которые могут возникнуть, если крупная радиационная авария где-нибудь произойдет в будущем.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 11

| | Слабо-накапливающие | Средне-накапливающие | Сильно-накапливающие |
|---|---|---|---|
| Грибы | | | |
| Ягоды | | | |

Калина
Рябина

Лисичка
настоящая

Дождевик

Опенок
осенниий

Белый
гриб

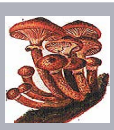
Земляника
Ежевика
Малина

Груздь белый
и черный

Сыроежка

Клюква

Черника

| | Слабо-накапливающие | Средне-накапливающие | Сильно-накапливающие |
|---|---|---|---|
| Грибы |  Опенок осенниий Дождевик | Лисичка настоящая Белый гриб | Груздь белый и черный Сыроежка |
| Ягоды | Калина Рябина | Земляника Ежевика Малина | Черника Клюква |

# Урок 12

## Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Часть 1.

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить учащихся с законами и документами, которые составляют основу для проведения мероприятий по радиационной защите населения после чернобыльской катастрофы; показать, что было сделано для уменьшения доз облучения жителей пострадавших регионов и предотвращения распространения выпавших радионуклидов за пределы загрязненных территорий.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изучения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 15 мин
4. Работа над новым материалом. 21 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы знакомились с последствиями катастрофы на Чернобыльской АЭС. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого поиграем в игру «Наше мнение» (Приложение 1 к уроку 12).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС до сих пор является одной из важнейших задач государственной политики Республики Беларусь. Кроме организации эвакуации населения из зоны с высоким уровнем загрязнения радионуклидами чернобыльского выброса и работ по ликвидации последствий катастрофы непосредственно в районе ЧАЭС, была проведена огромная работа по радиационной и социальной защите населения, пострадавшего от катастрофы на Чернобыльской АЭС. Проведены мероприятия по дезактивации населенных пунктов, приняты законы и документы, позволяющие компенсировать материальный ущерб пострадавшим и регулировать деятельность на загрязненной радионуклидами территории. Помимо того, до настоящего времени осуществляются меры по снижению доз облучения, по повышению уровня медицинского обслуживания и оздоровлению жителей загрязненных районов, по улучшению условий их жизни.

### *Что делает государство, чтобы преодолеть последствия катастрофы и защитить пострадавшее население?*

В 1986 году с целью организации и координации мероприятий по ликвидации последствий радиационной катастрофы, была создана специальная Правительственная комиссия при Совете Министров СССР.

В первую очередь, была проведена оценка радиационной обстановки и эвакуация населения из зоны с наиболее высоким уровнем загрязнения, организованы работы по ликвидации последствий катастрофы непосредственно в районе Чернобыльской АЭС. В этих работах участвовали десятки тысяч человек из всех союзных республик. Помимо того, были проведены и другие мероприятия, в частности, широкомасштабная дезактивация загрязненных радионуклидами населенных пунктов силами инженерных войск и гражданской обороны. Только за пределами 30-километровой зоны ЧАЭС было дезактивировано около 500 населенных пунктов, из них более половины подвергались дезактивации дважды и даже трижды.

Чтобы уменьшить облучение людей, уже в 1986 году Национальной комиссией по радиационной защите (НКРЗ) СССР были введены:

- временные допустимые уровни содержания йода в питьевой воде и других продуктах питания;
- предельные дозы облучения населения;
- допустимые уровни загрязнения радионуклидами помещений, транспортных средств, одежды, кожных покровов.

По мере изменения и уточнения радиационной обстановки эти нормативные величины неоднократно пересматривались и корректировались. С 5 мая по 9 декабря 1986 года Правительством БССР было разработано и утверждено 32 нормативных документа, необходимых для осуществления мер по ликвидации последствий чернобыльской катастрофы и социальной защите населения. Многие решения Правительства касались обустройства переселенцев на новых местах, компенсационных выплат пострадавшим гражданам и улучшения их материального положения, организации отдыха и оздоровления детей, подростков и беременных женщин.

Уже в первые годы после катастрофы, несмотря на десятки постановлений и распоряжений, которые были приняты Советом Министров БССР по вопросам, связанным с ликвидацией ее последствий, стало ясно, что без четкой государственной политики и специального законодательства невозможно решить весь комплекс возникших проблем. Так, 22 марта 1989 года ЦК КПБ и Совет Министров БССР приняли постановление о разработке Государственной программы преодоления в Белорусской ССР по-

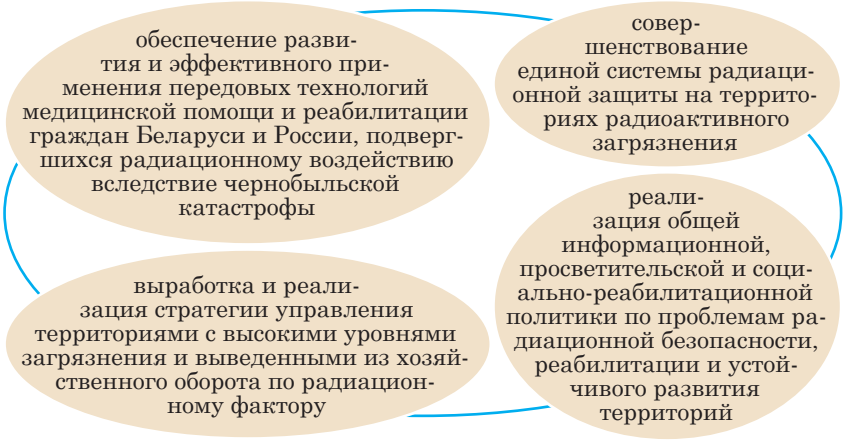
следствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 1990-1995 годы и до 2000 года.

*За период с 1991 по 2015 год выполнено 5 государственных «чернобыльских» программ. В 2016 г. начата реализация 6 Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на ЧАЭС, которая рассчитана на период до 2020 года.* Отличительными особенностями первых четырех программ являлись значительные капитальные вложения на решение задач переселения людей на «чистые» территории, а также гибкая адаптация мероприятий и объемов их финансирования к изменяющейся ситуации. В 5-й программе основным приоритетом являлся переход от реабилитации пострадавших территорий к их устойчивому социально-экономическому развитию. При этом были сохранены адресные защитные мероприятия и усилена информационная составляющая (информационное сопровождение процесса возрождения чернобыльских территорий).

*Кроме того, в рамках Союзного государства Беларуси и России с 1998 по 2010 год выполнены 3 «чернобыльские» программы.* Их отличительными особенностями являются значительные капитальные вложения в строительство и оснащение медицинских объектов; возможность тестирования и апробации проектов реабилитации; становление, развитие и практическая отработка новых подходов к ведению информационной работы по чернобыльской тематике.

*На сегодняшний день реализуется 4-я Программа совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 года.*

### *Основные задачи:*

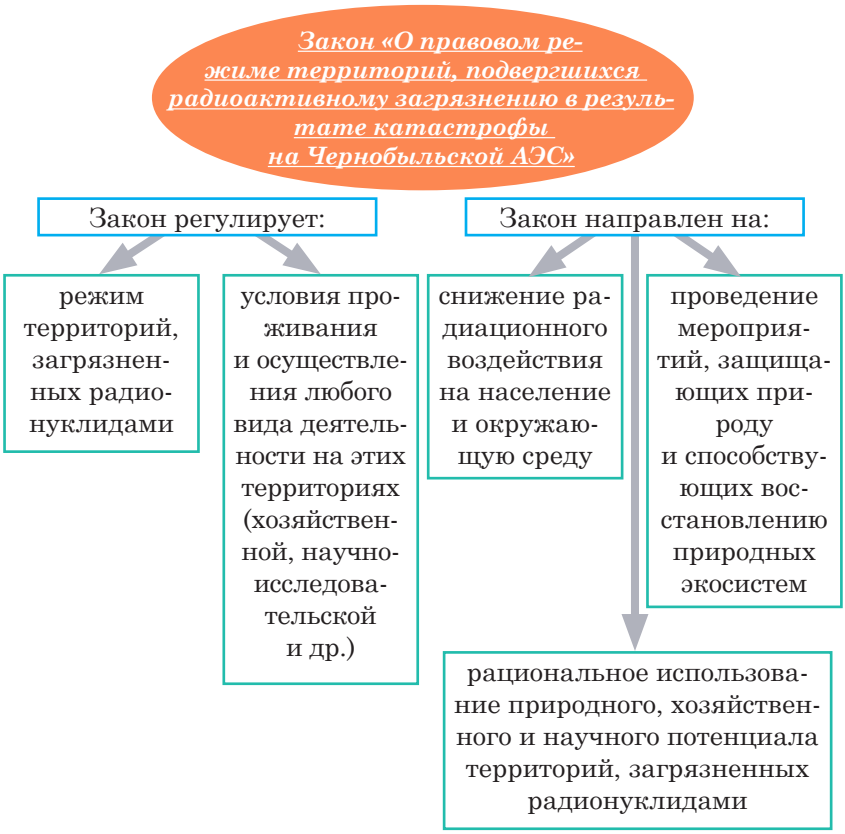


В настоящее время координацию и контроль деятельности министерств и организаций, которые реализуют государственную политику в области преодоления последствий катастрофы и защиты населения, осуществляет Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

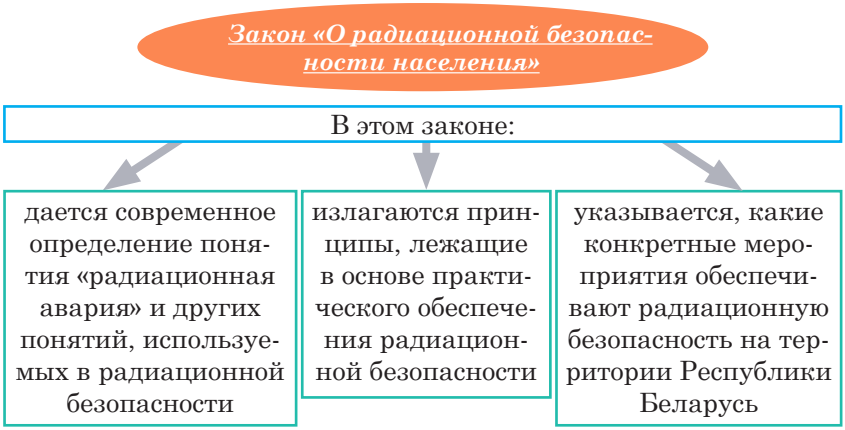
### *Законодательство*

Чтобы решать проблемы, возникшие после радиационной катастрофы, понадобилось разработать и принять законы, которые на государственном уровне обеспечивали социальную защиту пострадавших граждан и регулировали различные виды деятельности на загрязненных территориях.

В 1991 году Верховный Совет Республики Беларусь принял законы «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС» и «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС».




Помимо того, в 1998 году Национальным собранием Республики Беларусь был принят Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения».



Закон учитывает накопленные знания и опыт мирового сообщества и соответствуют международным подходам.

Таким образом, чернобыльские проблемы по-прежнему остаются общегосударственными, и их решению Правительство и Президент Республики Беларусь уделяют значительное внимание.

***Фронтальная беседа.***

— Какие вы знаете проекты, выполненные в рамках различных программ по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС?

— Нужны ли законы, которые на государственном уровне обеспечивают социальную защиту пострадавших и регулируют различные виды деятельности на загрязненных территориях? Почему?

***Учитель:*** В разные годы затраты на программы по преодолению последствий чернобыльской катастрофы составляли значительную часть республиканского бюджета. К сожалению, возможности страны не безграничны. Тем не менее, благодаря усилиям органов государственного управления, законодательных органов, научных организаций и других учреждений, где работают специалисты самого разного профиля, удалось решить ряд важнейших проблем:

*1. Создана нормативная правовая база по всем направлениям преодоления последствий катастрофы .*

*2. Благодаря защитным мерам в сельском хозяйстве значительно снижен уровень загрязнения радионуклидами сельскохозяйственной продукции.*

*3. Создана надежная система радиационного контроля:*

• разработаны высокочувствительные приборы для контроля содержания радионуклидов в производимой продукции, питьевой воде и т.д.;

• созданы предприятия по их производству.

Произведены:

• гамма- и бета-радиометры;

• дозиметры;

• гамма- и бета-спектрометры.

Выпуск приборов помог решить проблемы радиационного контроля.

В системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия

ежегодно анализируют свыше 11 млн. проб сельскохозяйственной продукции. Ежегодно контролируют около 200 тыс. проб продуктов питания с помощью более 2 тыс. радиометрических и спектрометрических установок.

В учреждениях здравоохранения определяют содержание радиоактивного цезия в организме человека с помощью счетчиков излучения человека (СИЧ).

*4. Действует система социальной защиты населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС.*

Согласно Закону Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС, других радиационных аварий», пострадавшими от катастрофы на Чернобыльской АЭС официально признаны:

- участники ликвидации последствий катастрофы;
- потерпевшие от нее.

Участниками ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС являются граждане,

- принимавшие в 1986-1989 годах участие в работах по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в пределах зоны эвакуации (отчуждения);
- занятые в 1986-1989 годах на эксплуатации или других работах на Чернобыльской АЭС (в том числе временно направленные или командированные);
- принимавшие в 1986-1987 годах участие в работах по дезактивации, строительству, жизнеобеспечению населения в зонах первоочередного и последующего отселения.

К населению, потерпевшему от катастрофы на ЧАЭС, относятся граждане (включая детей во внутриутробном состоянии), которые:

- проживают (проживали) на территориях, загрязненных радионуклидами;
- работают (работали) на территориях, загрязненных радионуклидами, в том числе и те, которые были заняты на эксплуатации или других работах на ЧАЭС в 1986-1989 годах;
- дети и подростки, у которых обнаружены заболевания кроветворных органов (острые лейкозы), щитовидной железы (аденома, рак) и злокачественные опухоли.

Ежегодно на социальную защиту пострадавшего населения направляется более 50% средств, выделяемых из бюджета страны на преодоление последствий катастрофы. В наибольшей мере социальными льготами пользуются те, кто стали инвалидами в результате катастрофы. Ощутимой социальной поддержкой являет-

ся бесплатное питание детей, проживающих на пострадавших территориях. Его получают свыше 100 тыс. учащихся ежегодно.

За годы, прошедшие после чернобыльской катастрофы, из 470 населенных пунктов, расположенных в загрязненных районах, отселено 138 тыс. человек. За это время для переселенных граждан возведено 239 поселков с необходимой инфраструктурой и предприятиями сервиса. Построены новые школы, дошкольные учреждения, больницы и т.д.

Помимо того, с целью обеспечения населения, проживающего в загрязненных радионуклидами районах, чистым топливом и водой, в республике проложено более 2900 км газопроводов и более 2000 км водопроводов. Не менее важным стало строительство 22 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием, благоустройство населенных пунктов, животноводческих ферм, механизированных дворов и других объектов.

*5. Осуществляется комплекс мер по повышению уровня медицинского обслуживания населения в загрязненных радионуклидами районах.*

Проводится постоянное наблюдение за состоянием здоровья населения. Ежегодно около 1,5 млн. человек проходят специальное медицинское обследование, а тысячи человек (в основном дети) получают бесплатное санаторно-курортное лечение.

В 2003 году в Гомеле начал работать построенный под патронажем Президента Республики Беларусь Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека.

### *Заключение*

За годы, прошедшие после чернобыльской катастрофы, благодаря усилиям органов государственного управления, законодателей, ученых и специалистов сделано очень многое, чтобы минимизировать негативные последствия чернобыльской катастрофы.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Какие законы защищают интересы граждан Республики Беларусь, пострадавших от чернобыльской катастрофы?

2 вариант: Какие мероприятия реализуются в области преодоления последствий чернобыльской катастрофы?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Государству удалось добиться того, что постчернобыльская ситуация находится под контролем и полностью управляема. Как результат – сегодня радиологическая, социально-экономическая и социально-психологическая обстановка на пострадавших территориях стабильна. При этом основным приоритетом на современном этапе является переход от реабилитации пострадавших территорий к их устойчивому социально-экономическому развитию.

## VII. Окончание урока.

## *Игра «Наше мнение»*

Класс делится на три группы (по рядам).

Первая группа готовит ответ на вопросы по экономическому ущербу, нанесенному Республике Беларусь аварией на ЧАЭС.

Вторая группа готовит ответы на вопросы по здоровью населения, пострадавшего в результате чернобыльской катастрофы.

Третья группа готовит ответы на вопросы по социально-психологическим последствия катастрофы на ЧАЭС.

***Первая группа:***

Можно ли было уменьшить негативное воздействие чернобыльской катастрофы на все сферы жизни людей? На ваш взгляд, какая из отраслей промышленности пострадала больше всего? Какие мероприятия стоит провести для улучшения экономического состояния пострадавших территорий в результате аварии на ЧАЭС?

***Вторая группа:***

Все ли меры были приняты государством вовремя для уменьшения последствий чернобыльской катастрофы для здоровья человека? Какие меры нужно принимать для улучшения состояния здоровья людей, проживающих на загрязненных радионуклидами территориях? Что именно повлияло на формирование дозы внутреннего облучения населения?

***Третья группа:***

Как изменилось эмоциональное состояние населения после произошедшей катастрофы на Чернобыльской АЭС? Как эмоционально-психологическое состояние сказывается на повседневной жизни людей?

На подготовку ответов дается 7 минут, после чего начинается обсуждение результатов.

# Урок 13

## Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Часть 2.

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить с мерами, принятыми для уменьшения дозы облучения жителей пострадавших регионов и предотвращения распространение выпавших радионуклидов за пределы загрязненных территорий; ознакомить с приемами, позволяющие снизить содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изучения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 7 мин
4. Работа над новым материалом. 29 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы узнали о том, что делает государство для преодоления последствий катастрофы на ЧАЭС и социальной защиты пострадавшего населения. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого поиграем в игру «Дуэль» (Приложение 1 к уроку 13).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:***

### *Защитные мероприятия*

Никогда ранее ни в одной стране мира не проводились мероприятия по преодолению последствий загрязнения техногенными радионуклидами в таких масштабах, как после чернобыльской катастрофы. Поэтому никто из специалистов не обладал опытом проведения подобных работ.

В период с 1986 по 1989 год осуществлялась широкомасштабная дезактивация (очистка территории от выпавших радионуклидов) в пределах наиболее пострадавших населенных пунктов. Загрязненный радионуклидами верхний слой почвы срезали и удаляли, затем очищенные участки засыпали чистым грунтом. С поверхности загрязненных зданий, оборудования, транспорта и т.д. радиоактивные вещества смывали специальными дезактивирующими растворами. Помимо того, для предотвращения переноса радиоактивных веществ загрязненные поверхности обрабатывали специальными составами, образующими защитные пленочные покрытия полимерного

типа. Также меняли кровли, заборы, сносили не подлежащие дезактивации загрязненные строения. Чтобы уменьшить перенос радиоактивных веществ с пылью, асфальтировали дороги и тротуары.

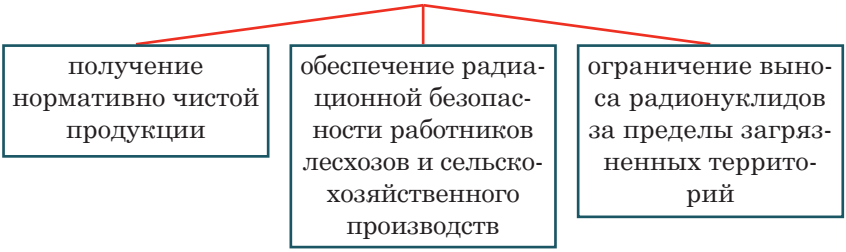
Образующиеся в результате работ жидкие отходы дезактивации переводили в твердое состояние и вместе с другими радиоактивными отходами свозили для захоронения в специальные пункты, расположенные в зоне отселения. До катастрофы на ЧАЭС в Беларуси имелся только один пункт захоронения радиоактивных отходов, который из-за малого объема и расположения вне зоны отселения не мог быть использован для размещения чернобыльских радиоактивных отходов. В зоне отселения собранные отходы дезактивации помещали в вырытые траншеи, дно и стены которых были покрыты водонепроницаемым материалом, чтобы предотвратить вынос радиоактивных веществ за пределы мест захоронения, и засыпали грунтом. В результате на территории Беларуси было создано более 87 пунктов захоронений отходов дезактивации.

Начиная с 1991 года, дезактивационные работы проводились лишь на территории наиболее важных и социально значимых объектов (детские сады, школы, лечебные и оздоровительные учреждения, производственные объекты, места массового посещения людьми). Позднее проводились работы по дезактивации приусадебных участков. В результате проведения дезактивационных работ удалось улучшить радиационную обстановку, однако для полной ликвидации последствий чернобыльской катастрофы этого было не достаточно.

### *Минимизация экологических последствий*

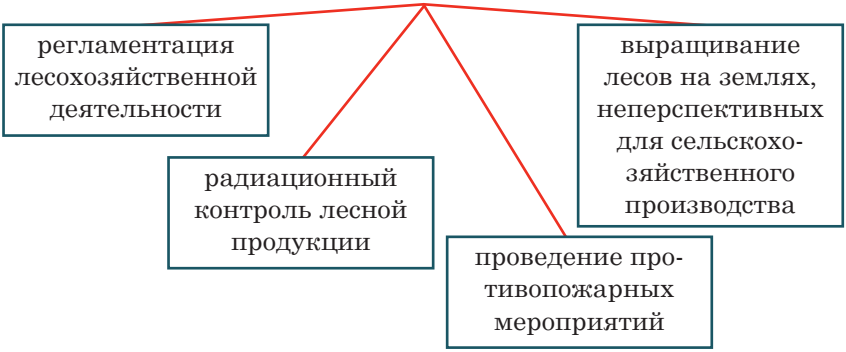
Поскольку загрязнение территории Беларуси чернобыльскими радионуклидами в наибольшей степени затронуло лесное и сельское хозяйства, защитные мероприятия, в основном, проводятся в этих отраслях хозяйственной деятельности.

***Защитные меры направлены на:***




По оценкам ученых, в результате катастрофы на ЧАЭС наиболее загрязненными оказались леса. Лесные территории с плотностью загрязнения $^{137}$Cs более 37 кБк/м$^2$ (1 Ки/км$^2$) занимают в Беларуси площади около 20 тыс. км$^2$. Территория 53 лесхозов оказалась в различной степени загрязнена радионуклидами. Поэтому после чернобыльской катастрофы обеспечение радиационной безопасности работников лесного хозяйства является приоритетной задачей при осуществлении любого вида деятельности на лесных территориях.

***Защитные меры в лесном хозяйстве:***




Одной из защитных мер является строгая регламентация лесохозяйственной деятельности. Это означает, что на территории лесов с плотностью загрязнения $^{137}$Cs более 37 кБк/м$^2$ (1 Ки/км$^2$) проводятся лишь ограниченные виды лесозаготовительных и лесохозяйственных работ.

Чтобы предотвратить поставки потребителям лесной продукции, загрязненной выше допустимых уровней, в наиболее загрязненных лесхозах страны были созданы специальные подразделения радиационного контроля, в том числе и передвижные. Получить информацию о радиационной обстановке в окрестностях конкретного населенного пункта можно в ближайшем лесхозе.

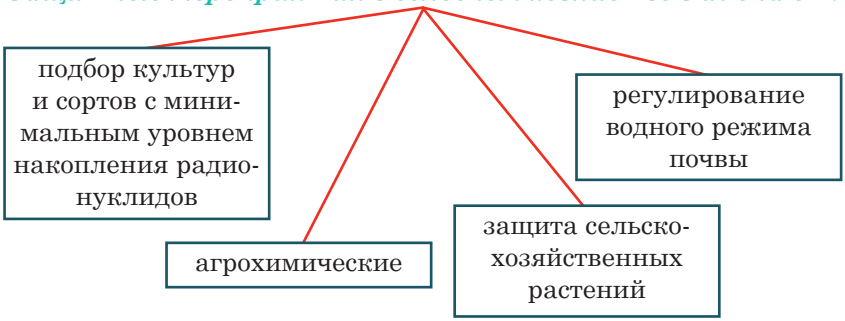
На территории с плотностью загрязнения $^{137}Cs$ свыше 185 кБк/м$^2$ (5 Ки/км$^2$), а также на землях, подверженных водной и ветровой эрозии, которые неперспективны для сельскохозяйственного производства, проводятся мероприятия по выращиванию лесов (облесение). Эта мера способствует предотвращению распространения радионуклидов на более чистые территории в результате водной и ветровой эрозии почв.

С целью недопущения распространения радионуклидов вследствие пожаров, проводятся также профилактические противопожарные мероприятия. На дорогах при въездах в лес устанавливают шлагбаумы, а непосредственно на лесной территории – пожарно-наблюдательные вышки и мачты. В лесах создают противопожарные разрывы и просеки. Помимо того, в засушливые периоды, когда повышается пожарная опасность, усиливается авиапатрулирование лесов.

### *Сельское хозяйство*

Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства в условиях загрязнения территории радионуклидами является получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах установленных норм. Для ее решения разработан и выполняется комплекс специальных защитных мероприятий.

***Защитные мероприятия в сельском хозяйстве включают:***




Специалисты в области сельскохозяйственной радиологии установили, что растения по-разному накапливают радионуклиды. Поэтому подбор культур и сортов с минимальным уровнем накопления радионуклидов является наиболее доступным средством снижения поступления радионуклидов из почвы в растения. Помимо этого, эффективными мерами, снижающими поступление радионуклидов в растения, в 1,3-3 раза являются агрохимические:

- Известкование кислых почв.
- Внесение удобрений:

— калийных;
— фосфорных;
— органических;
— медленно действующих – типа карбамида и сульфата аммония;
— микроудобрений (например сульфата марганца).

Снижению содержания радионуклидов в растительной продукции способствует также проведение комплексных мероприятий по защите растений:

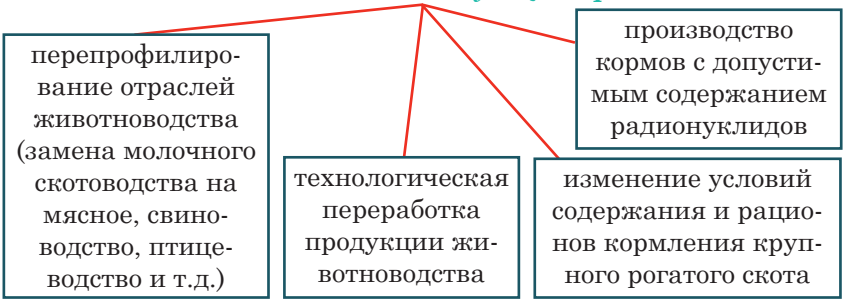
- от вредителей;
- от болезней;
- от сорняков.

Эти меры позволяют увеличивать урожайность и снижать (до 40%) концентрацию радионуклидов в растениеводческой продукции. Кроме того, одним из способов снижения накопления радионуклидов сельскохозяйственными культурами является регулирование водного режима переувлажненных почв.

***Учитель:*** А сейчас разделимся на группы для выполнения задания «Реклама». Группы в течение 5 минут придумывают и обыгрывают рекламу удобрений, которые способствуют уменьшению поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию.

***Учитель:*** Снижение поступления радионуклидов из почвы в растения позволяет обеспечивать животноводство кормами с содержанием радионуклидов, допустимым для получения мясной и молочной продукции, соответствующей действующим нормативам.

***В системе мероприятий по снижению содержания радионуклидов в продукции животноводства можно выделить следующие приемы***



Важнейшим мероприятием явилось создание в 1988 году Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) на белорусской территории зоны отчуждения. Проживавшее на этой территории население (24,7 тыс. человек) в 1986 году было эвакуировано. Тогда же на этой территории была прекращена хозяйственная деятельность. В 1993 году к ПГРЭЗ присоединили прилегающую отселенную территорию. В настоящее время площадь заповедника составляет 2,161 тыс. км$^2$. Высокий уровень загрязнения территории заповедника трансурановыми элементами не позволит даже в отдаленном будущем возвратить основную часть его земель в хозяйственной пользование.

***Основными задачами ПГРЭЗ являются:***

- охрана территории заповедника и предотвращение выноса радионуклидов с его территории;
- защита лесов и бывших сельхозугодий от пожаров;
- обеспечение естественного развития природы;
- проведение научных наблюдений за радиационно-экологическим состоянием и изменением природной среды в условиях загрязнения техногенными радионуклидами и прекращения хозяйственной деятельности;
- выращивание лесов на территориях с почвенным покровом, подверженным ветровой и водной эрозии.

На территории заповедника действует особый правовой режим. По периметру заповедника установлены предупреждающие знаки. Территория охраняется. Въезд на территорию осуществляется только по пропускам через систему контрольно-пропускных пунктов. Это делается для того, чтобы предотвращать самовольное проникновение граждан и транспортных средств на территорию заповедника, неконтролируемый вывоз грузов, браконьерство, сбор «даров природы».

### *Заключение*

***Учитель:*** Итак, важнейшим направлением в работе по обеспечению радиационной безопасности населения являются широкомасштабные защитные мероприятия в агропромышленном комплексе, поддержание и развитие системы радиационного контроля продукции сельского и лесного хозяйства.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Какие меры по защите населения от чернобыльских радионуклидов осуществляют в лесном хозяйстве?

2 вариант: Какие меры способствуют снижению поступления радионуклидов из почвы в растительную продукцию?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Проживая на территории с повышенным уровнем загрязнения радионуклидами, тем не менее, можно значительно уменьшить дозу облучения организма и степень радиационного риска, сохранить собственное здоровье и здоровье своих близких.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 13

## *Игра «Дуэль»*

Члены команд совещаются в течение 3-4 минут, придумывают и записывают для соперников предложения, которые начинаются со слов «Правда ли, что …». Одна команда готовит их по вопросам программы преодоления последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, другая – по законам в области преодоления последствий катастрофы на ЧАЭС. Среди предложений могут быть как верные, так и неверные («ловушки»).

Когда работа в группах заканчивается, одна из команд читает свои предложения, а члены другой команды должны соглашаться или опровергать.

Затем команды соперников меняются ролями. Выигрывает та команда, которая даст больше верных ответов и допустит меньше ошибок. Учитель контролирует ход игры и ведет подсчет ответов на классной доске.

К примеру, первая команда может спросить: «Правда ли, что…

- для организации и координации мероприятий по ликвидации последствий радиационной катастрофы в 1986 году была создана специальная Правительственная комиссия при Совете Министров СССР? (да)
- по мере изменения и уточнения радиационной обстановки предельные дозы облучения населения не пересматривались? (нет)
- в 1992 Президиум Совета Министров Республики Беларусь одобрил Государственную программу по преодолению в стране последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС? (да)

• на сегодняшний день были выполнены 3 государственные «чернобыльские» программы? (нет)».

Вторая команда может спросить: «Правда ли, что…

• в 1994 году Верховный Совет Республики Беларусь принял законы «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС» и «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС»? (нет)

• закон «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий» защищает права и интересы граждан, которые принимали участие в ликвидации последствий катастрофы? (да)

• в 1998 году был принят закон «О радиационной безопасности населения»? (да)

• закон «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» не регулирует осуществления любого вида деятельности на этих территориях (хозяйственной, научно-исследовательской и др.)? (нет)».

# Урок 14

## Чернобыльские мифы и их опровержение

**Цели урока:**
*Образовательная* – проанализировать наиболее распространенные и укоренившиеся в сознании мифы и стереотипы о чернобыльской катастрофе.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся анализировать полученные сведения, делать выводы и аргументировать их.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изучения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная.
**Оборудование:** тетрадь, компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 6 мин
4. Работа над новым материалом. 30 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

## Ход урока

### I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

### II. Сообщение темы и целей урока.

### III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы продолжили знакомство с защитными мероприятиями по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого ответим на вопросы:

1. Какие защитные меры осуществляются в настоящее время в лесном хозяйстве?
2. Что является важнейшей задачей сельскохозяйственного производства в условиях загрязнения территории радионуклидами?
3. Что представляет собой Полесский государственный радиационно-экологический заповедник?

### IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Современный человек ежедневно получает огромный объем информации. Научные факты смешиваются с мифами, стереотипами. В этом потоке становится трудно определить, где просто слухи, а где достоверные сведения. Ведь благодаря интернету, социальным сетям каждый может стать автором сенсации, выступить «экспертом» в сложном вопросе, не неся ответственности за то, что написано.

На протяжении 30 лет чернобыльская история обрастала самыми невероятными мифами. Давайте разберемся, насколько они соответствуют действительности.

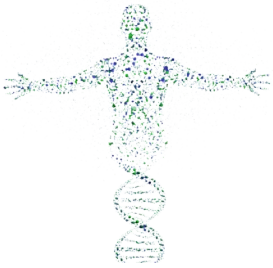
## "ЧЕРНОБЫЛЬСКИЕ" МИФЫ

***«Катастрофа на ЧАЭС привела к росту заболеваемости. Данные об онкологической заболеваемости скрывают»***

Как мы уже узнали ранее, на сегодняшний день из всей группы онкологических заболеваний научно доказан только рост частоты рака щитовидной железы у детей и подростков, которые подверглись воздействию радиоактивного йода в первые дни пос-

ле аварии на ЧАЭС, а также у взрослого населения. Действительно, облученные в детском возрасте лица живут с риском развития рака щитовидной железы, но современные методы обследования позволяют на ранних стадиях диагностировать развитие заболевания с его последующим успешным лечением. Выживаемость через 5 лет после операции составляет 99,3%, через 10 лет – 98,5%.

### *«Генетические последствия аварии на ЧАЭС ужасны»*



Эпидемиологические исследования не дали четких подтверждений того, что передающиеся по наследству последствия облучения проявляются у жителей пострадавших от чернобыльской катастрофы районов. Самое крупное исследование этого вопроса было проведено с использованием данных о детях лиц, переживших атомные бомбардировки в Японии. Увеличения частоты передающихся по наследству последствий даже у потомков жителей Хиросимы и Нагасаки выявлено не было. А они получили за доли секунды гораздо более высокие дозы радиации (до 1 000 мЗв), чем население, проживающее на загрязненных в результате чернобыльской катастрофы территориях.

### *«Радиации до чернобыльской аварии не было вообще»*

Все мы в течение жизни постоянно подвергаемся воздействию природного ионизирующего излучения. Излучает космос, излучают радионуклиды, присутствующие в горных породах, строительных материалах, воздухе и внутри нас самих. Каждая снежинка, каждое зерно, брошенное в землю, каждая капля дождя и даже каждый прохожий на улице – источники ионизирующего излучения.

По оценкам НКДАР ООН (Научный комитет ООН по действию атомной радиации), средние годовые дозы, получаемые людьми во всем мире от естественного фонового излучения, составляют 2,4 мЗв, а типичный диапазон этих доз – 1-10 мЗв. Однако в некоторых регионах Индии максимальные годовые дозы облучения за

счет природных источников составляют 70 мЗв, а Ирана – 260 мЗв. Многочисленные исследования не выявили каких-либо отклонений в состоянии здоровья коренных жителей этих регионов.

### *«Препараты йода являются лучшим противодействием радиации»*

Прием препаратов стабильного йода (например, йодистого калия) в возможно более короткие сроки после радиационной аварии позволяет уменьшить поглощение щитовидной железой радиоактивных изотопов йода (но не других радионуклидов). Это мероприятие по блокированию щитовидной железы препаратами стабильного йода называют «йодная профилактика». Стабильный йод насыщает щитовидную железу в такой степени, что минимизирует поглощение радиоактивного йода.

Своевременное проведение йодной профилактики позволяет предотвратить или свести к минимуму негативное воздействие короткоживущих изотопов йода. Однако это мероприятие эффективно только в первые дни и недели после радиационной аварии, поскольку период полураспада радиоактивного йода-131 составляет 8 суток. По истечении 10 и более периодов полураспада (т.е. 2-3 месяцев) йод-131 уже не представляет опасности, т.к. почти весь распадается, и следовательно прием препаратов стабильного йода не дает эффекта.

### *«Грязные территории – грязная продукция»*

Вопросам радиологического качества продукции, и в первую очередь — продуктов питания, уделялось первоочередное внимание государства с первых лет после чернобыльской катастрофы. Периодически устанавливались и пересматривались в сторону ужесточения допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и кормах, лекарственно-техническом сырье, древесине и продукции из нее, древесном топливе, торфе. И все производители обязаны их соблюдать. В противном случае возникает ответственность в соответствии с законодательством.

Результаты радиационного контроля, проводимого учреждениями, свидетельствуют о значительном снижении уровней содержания радионуклидов в основных пищевых продуктах, производимых в общественном секторе.

Для примера, в настоящее время содержание цезия-137 в молоке, поступающем на переработку в Гомельской области, составляет порядка 25 Бк/л. Такое молоко по показателям радиологического качества пригодно даже для производства специализированных продуктов детского питания.

Государственный контроль и надзор за соблюдением всеми предприятиями, организациями, учреждениями, должностными лицами норм радиационной безопасности осуществляет санитарно-эпидемиоло-гическая служба Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

Около 500 лабораторий системы Министерства сельского хозяйства и продовольствия осуществляют контроль радиоактивного загрязнения сельскохозяйственного сырья и продукции, производимой в организациях сельского хозяйства. Контроль радиоактивного загрязнения пищевых продуктов, производимых в личных подсобных хозяйствах, проводит санитарно-эпидемиологическая служба Минздрава. Министерство лесного хозяйства обеспечивает контроль радиоактивного загрязнения лесной продукции (включая дары леса), заготовленной на территории радиоактивного загрязнения, и продуктов ее переработки. А за тем, чтобы на стол к потребителю не попали «грязные» грибы, ягоды, овощи, следит Белорусский республиканский союз потребительских обществ (Белкоопсоюз). Он контролирует процесс заготовок.

За качество воды отвечает Министерство жилищно-коммунального хозяйства. Контроль радиоактивного загрязнения экспортируемой продукции осуществляют аккредитованные организации, имеющие соответствующую лицензию.

На предприятиях перерабатывающей промышленности в пострадавших от чернобыльской катастрофы районах хорошо понимают, насколько важно сохранять радиологическое качество продукции. Поэтому там внедрена система трехступенчатого радиационного контроля: входной контроль сырья, промежуточный, а также контроль готовой продукции. Хорошими примерами

такого подхода являются известные не только в республике, но и за ее пределами Быховский консервно-овощесушильный завод, выпускающий продукцию под торговой маркой «Хозяин-Барин», ЧУП «Полесские сыры» в Хойниках и др.

В системе государственной торговли и общественного питания Беларуси с 1999 года не было отмечено ни одного случая реализации продукции с содержанием радионуклидов, превышающим допустимые уровни.

В республике Беларусь гигиенические нормативы по содержанию радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде– одни из самых жестких в мире. Они установлены исходя из требования максимального уровня радиационной безопасности населения. Так, допустимый уровень содержания радиации для молока – в 3,7 раза, а для хлеба – более чем в 10 раз ниже по сравнению с требованиями Евросоюза. Так, например, содержание цезия-137 в молоке, согласно белорусскому законодательству, не должно превышать 100 Бк на литр. В Норвегии же для детского питания норма – 370 Бк/л. То есть если у нас молоко выше 100 Бк уже считается грязным, то в Норвегии это более чем в 3 раза ниже нормы.

За период с 1986 по 2010 год нормативы содержания радионуклидов в продуктах питания ужесточались 9 раз!

***Учитель:*** Давайте смоделируем ситуацию. Представьте, что вы работаете врачами в больнице. Сегодня проводится день открытых дверей, где любой человек может обратиться к вам с вопросами. Таким посетителем будет бабушка, у которой общее недомогание, кашель, насморк. Она считает, что это все из-за того, что она живет на пострадавших от чернобыльской катастрофы территориях. Объясните бабушке, что её недомогание не связано с радиацией и почему. Каждый ученик приводит по очереди свой аргумент.

### *«Нельзя возвращать загрязненные радионуклидами земли в сельскохозяйственный оборот»*

В Беларуси радиоактивному загрязнению цезием-137 с плотностью более 37 кБк/м$^2$ (1 Ки/км$^2$) подверглось более 1,8 млн. га

сельскохо-зяйственных земель (около 20% их общей площади). Вследствие высокой плотности загрязнения радионуклидами из хозяйственного оборота были исключены 265,4 тыс. га сельскохозяйственных земель.

**Законодательством запрещено вести сельхозпроизводство на землях, где плотность загрязнения цезием-137 превышает 40 Ки/км², стронцием-90 – 3 Ки/км², изотопам плутония – более 0,1 Ки/км².**

Возврат земель становится возможным вследствие радиоактивного распада изотопов, а также в результате естественного процесса самоочищения территории благодаря миграции радионуклидов вглубь почвы и их фиксации.

Возврат земель в сельскохозяйственное использование производится только при условии, что на таких землях будет гарантировано получение продукции, удовлетворяющей республиканским и международным нормативам по содержанию радионуклидов и при обеспечении радиационной безопасности работающих на них людей.

На основании проведенных научных исследований и оценки результатов работы хозяйств в условиях радиоактивного загрязнения разработан комплекс специальных защитных мероприятий для обеспечения производства нормативно чистой продукции. Там, где при применении всего этого комплекса мероприятий не удавалось получить нормативно чистую продукцию, проводилась переспециализация (пе-репрофилирование) сельхозорганизаций. В таких хозяйствах риск производства «грязной» продукции отсутствует.

### *«На пострадавших территориях нет возможностей для профессиональной самореализации»*

Мы знаем, что «чернобыльские» районы в основном сельскохозяйственные. Но «в основном» не означает, что традиционной работе на земле нет никакой альтернативы. Знаете ли вы, что в Речицком районе Гомельской области добывают белорусскую нефть, изготавливают метизы (металлические изделия от гвоздей до оцинкованных труб) и варят пиво? Что в Добруше Гомельс-

кой области делают великолепные изделия из фарфора? Что в Пинском районе Брестской области есть промышленное производство клюквы? Что Лунинец называют клубничной столицей Беларуси, а Столин (оба района – Брестской области) – огуречной? Что в Чериковском районе Могилевской области делают топливные пеллеты из древесины, а в Быховском выращивают радужную форель? И таких примеров еще много.

А ведь есть еще и социальная сфера – здравоохранение, образование, культура… Районные больницы, к примеру, оснащены по последнему слову техники. Это и неудивительно, поскольку после чернобыльской катастрофы вопросы сохранения здоровья волновали всех в первую очередь. Поэтому в здравоохранение сделаны очень серьезные инвестиции. Если же говорить об образовании, то это современные компьютерные классы в школах, кабинеты «Радиационная безопасность и основы безопасной жизнедеятельности» с дозиметрическим и радиометрическим оборудованием и многое другое. Маслосырзаводы, овощесушильные производства, рыбные хозяйства – везде установлены современные технологические линии, внедряются новые технологии.

И, наконец, о возможностях карьерного роста. Переселение на чистые территории в 90-х годах прошлого века сказалось на человеческом потенциале пострадавших территорий и сформировало определенный дефицит трудовых ресурсов. В сложившейся ситуации беспрецедентные условия для карьерного роста получила молодежь. Так, например, только что пришедший на работу в школу учитель – вчерашний студент через месяц может получить предложение руководить работой кабинета «Радиационная безопасность и основы безопасной жизнедеятельности», а уже через полгода со знанием дела рассказывать о том, как организована работа по формированию радиоэкологической культуры на базе кабинета зарубежной делегации из Японии. Через три года он может стать директором школы, а через пять – уже возглавлять отдел образования райисполкома, руководя работой нескольких сотен подчиненных. Это не значит, что все придет само собой. Такие предложения и повышения нужно заслужить своей работой, ежедневно демонстрируя свои навыки, способность к обучению, открытость к инновациям, личный потенциал.

Помимо того, у тех, кто живет и работает на пострадавших территориях, есть еще возможность участвовать в подготовке и реализации многочисленных международных проектов, общении с зарубежными партнерами.

### *Заключение*

***Учитель:*** Сегодня в Беларуси знают больше, чем где бы то ни было, о долговременном управлении ситуацией после ядерной аварии. Наша страна стала международным экспертом в данном вопросе. Несмотря на все сложности, пострадавшие районы продолжают жить, активно развиваться и даже успешно конкурировать на национальных и зарубежных рынках. Этому способствует переход Беларуси к новому этапу решения чернобыльских проблем – от реабилитации пострадавших территорий к их активному возрождению и развитию, причем с обязательным сохранением всех необходимых мер радиационной защиты населения.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Доказано ли существование каких-либо генетических последствий от аварии на ЧАЭС?

2 вариант: Приведите примеры успешных производств в пострадавших районах.

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** У Вас всегда есть выбор, кому и чему доверять. Я призываю делать его обдуманно. Ведь преодоление мифов и стереотипов, не соответствующих реальности, является важным условием динамичного развития реабилитируемых районов, формирования в обществе объективной картины развития постчернобыльской ситуации в современной Беларуси.

Прежде чем распространять те или иные сведения, нужно проверить соответствуют ли они действительности и насколько надежен его источник. Часто в интернет-пространстве это правило нарушается, и такая «виртуальная» безответственность может привести к негативным последствиям для людей. Поэтому мы должны обезопасить себя от огромного количества ненужной, недостоверной информации.

## VII. Окончание урока.

# Урок 15

## Здоровый образ жизни

**Цели урока:**
*Образовательная* – научить учащихся правильной организации питания и распорядка дня, которые помогут уменьшить радиационный риск и укрепить здоровье.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков здорового образа жизни, радиоэкологической безопасности.

**Тип урока:** урок изучения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 7 мин
4. Работа над новым материалом. 29 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы познакомились с «чернобыльскими» мифами. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого проведем блиц-опрос (Приложение 1 к уроку 15).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Среди предпринимаемых на современном этапе мер для снижения радиационного риска и сохранения здоровья населения особое значение имеет ведение здорового образа жизни.

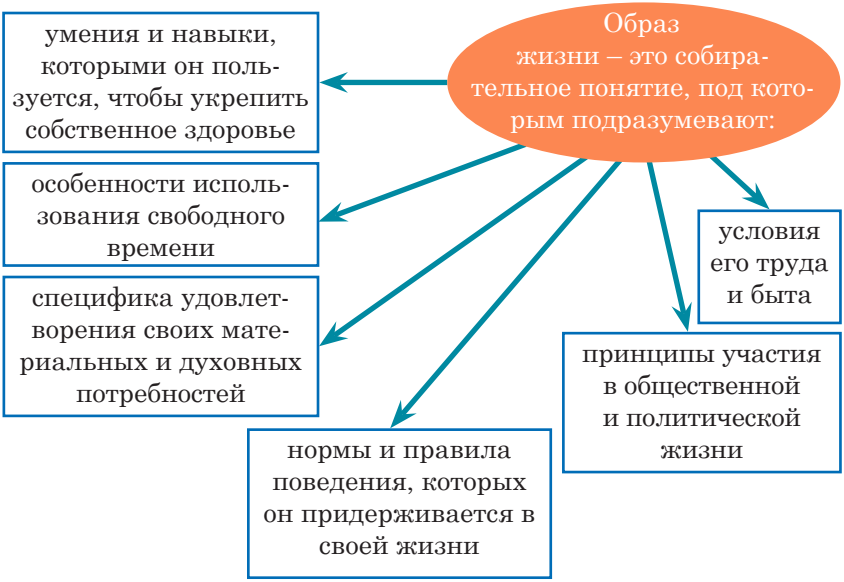
Полученная на этом уроке информация поможет вам сформировать навыки культуры проживания на загрязненных радионуклидами территориях, позволит самим организовывать свое питание, работу и отдых таким образом, чтобы максимально уменьшить поступление радиоактивных элементов в организм.

### *Здоровый образ жизни*

Здоровье человека формируется под воздействием многих факторов. Специалисты полагают, что здоровье человека зависит от:

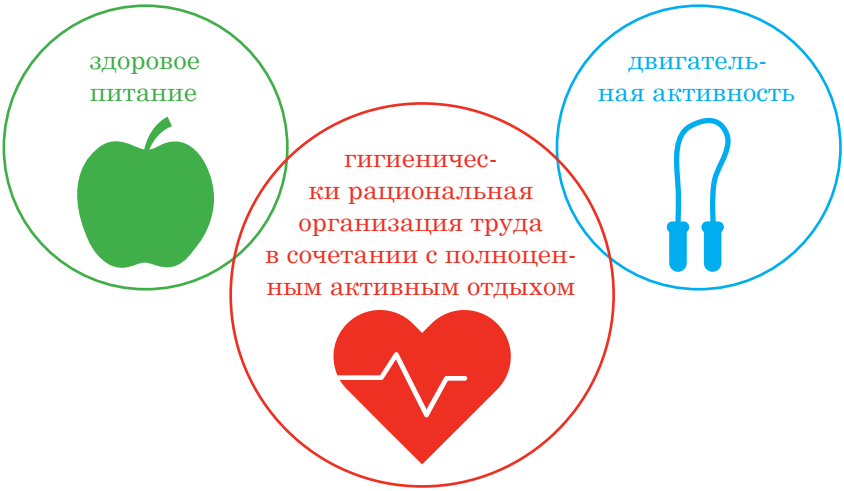
- наследственности и биологических особенностей организма – на 18-20%;
- влияния окружающей среды – на 17-20%;
- уровня развития системы здравоохранения – на 8-10%.

Однако в основном (на 49-55%) здоровье человека зависит от образа жизни, который он ведет.




С современной точки зрения, понятие «здоровый образ жизни» – это осознанное постоянное выполнение гигиенических правил по укреплению и сохранению индивидуального здоровья и здоровья общества в целом.

*Чтобы сохранить здоровье, особенно в сложных радиоэкологических условиях, человек должен вести здоровый образ жизни. Прежде всего для этого необходимы:*



## *Правильное питание*

***Рацион питания*** – это состав и количество продуктов питания, потребляемых человеком за определенный промежуток времени (за сутки – суточный рацион, за месяц – месячный рацион и т.д.). Рацион питания должен не только удовлетворять потребности организма в питательных веществах, но и иметь профилактическую направленность, то есть способствовать увеличению сопротивляемости организма действию неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе и радиации.

Это особенно важно для подрастающего поколения. Недостаточное потребление питательных веществ в детском и юношеском возрасте способствует появлению нарушений обмена веществ, может вызвать задержку физического и психического развития, приводит к снижению иммунитета (***иммунитет*** – это способность живых организмов противостоять воздействию негативных факторов, в том числе и ионизирующего излучения). Подобные изменения, возникающие в детском организме из-за нехватки питательных веществ, могут приобрести необратимый характер и впоследствии не поддаваться исправлению.

В рационе питания должно содержаться необходимое количество ***основных питательных веществ***, к которым относят:

- Белки, содержащие необходимые организму аминокислоты (особенно, серосодержащие).
- Сложные углеводы.
- Фосфолипиды.
- Высшие карбоновые кислоты.

***Белки*** являются незаменимыми веществами, без которых невозможна жизнь человека. Они обеспечивают рост и регенерацию клеток и тканей, участвуют в процессах кроветворения, способствуют усвоению питательных и других биологически важных веществ, а также развитию иммунитета.

***Аминокислоты***, являющиеся основной составной частью белков, необходимы для образования гормонов и ферментов, фор-

мирования костной ткани, обновления клеток.

Содержащиеся в пище белки должны включать все аминокислоты, необходимые организму человека для нормальной жизнедеятельности. Белки входят в состав продуктов как животного, так и растительного происхождения. Недостаточное поступление белков может приводить к негативным изменениям во всех системах организма. Одним из наиболее ранних проявлений белковой недостаточности является снижение иммунитета.

Основные источники полноценного белка перечислены ниже.

*Основные источники полноценного белка*

| Основные источники полноценного белка | |
|---|---|
| Продукты животного происхождения | Продукты растительного происхождения |
| Говядина, свинина, птица, мясо кролика | Фасоль, горох, соя, капуста белокачанная |
| Яйца куриные, утиные, индюшачьи, перепелиные и другие | Чечевица, гречка |
| Рыба и морепродукты | Орехи (фундук, грецкие и др.), семя подсолнуха |
| Творог нежирный, твердые сыры | Хлебопродукты из муки грубого помола и отрубей, макаронные изделия из муки твердых сортов |

Важную роль в питании человека играют ***фосфолипиды*** и ***высшие карбоновые кислоты***. Поскольку эти вещества входят в состав клеточных мембран, без них невозможно развитие клеток. Помимо того, они оказывают влияние на проницаемость клеточных мембран, обеспечивая устойчивость организма к воздействию ионизирующих излучений, инфекционных болезней, канцерогенных факторов. Недостаток фосфолипидов и высших карбоновых кислот приводит к нарушению нормального развития растущего организма, снижая его сопротивляемость неблагоприятным внешним воздействиям.

Основные источники фосфолипидов и высших карбоновых кислот:

- растительные масла (подсолнечное, кукурузное, оливковое и др.);
- животные жиры.

***Сложные углеводы***, такие как пектин и клетчатка, также

чрезвычайно важны для организма человека, особенно в неблагоприятных экологических условиях. Эти вещества обладают способностью связывать и выводить тяжелые металлы и радионуклиды из организма человека, снижая тем самым их токсическое действие.

***Пектин и клетчатка (пищевые волокна)*** способствуют также нормализации микрофлоры кишечника. Кроме того, они улучшают перистальтику кишечника, ускоряя выведение из организма токсичных продуктов, в том числе и радиоактивных.

Основные источники пектина и клетчатки:

- зерновые культуры;
- фрукты, овощи и продукты их переработки – соки с мякотью, варенье, джемы;
- пектинсодержащие кондитерские изделия (зефир, пастила, мармелад).

Незаменимы в питании и ***витамины*** – специфические органические вещества сравнительно небольшой, по сравнению с биополимерами, молекулярной массы. Витамины входят в состав ферментов и регулируют обмен веществ. Без них невозможно усвоение пищи, нормальная работа печени, почек, функционирование всех систем организма. Кроме того, витамины поддерживают устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды.

*Наиболее важные витамины, необходимые для нормального функционирования организма человека, и продукты, богатые ими*

| Название витамина | Продукты |
|---|---|
| Витамин А | шиповник, морковь, петрушка, сельдерей, черемша, лук-порей, томаты, сладкий перец, чеснок, салат, черноплодная рябина, облепиха |
| Витамины группы В | мясо, молочные продукты, дрожжи, хлеб, гречка, чай, овощи, фрукты |
| Витамин С | шиповник, облепиха, черная смородина, цитрусовые, петрушка, черемша, сладкий перец |
| Витамин Е | подсолнечное и другие виды растительного масла, облепиха, бобовые, гречка, кукуруза, зеленый горошек, чеснок, лук, черная смородина, брюссельская капуста, салат |

В организме человека могут синтезироваться лишь отдельные витамины, при этом зачастую в недостаточном количестве. Поэтому витамины обязательно должны поступать в организм с пищей, а если в рационе недостаточно витаминов – в виде поливитаминных препаратов.

При этом организм человека нуждается в четко определенном количестве витаминов. Нежелателен как недостаток, так и избыток витаминов. Признаки дефицита витаминов часто трудно распознать, поэтому человек не должен принимать витамины без разбора и в большом количестве. О том, какие витамины и в каком количестве следует принимать каждому человеку, обязательно нужно проконсультироваться у медицинских работников.

При отсутствии витаминов нарушаются процессы обмена веществ и кроветворения. Витамины необходимы организму в небольших количествах – от микрограммов до нескольких миллиграммов в день в зависимости от их состава.

Чтобы организм человека нормально развивался и функционировал, он также нуждается в достаточном количестве кальция, фосфора, магния, железа, натрия, калия, цинка, йода, селена и других биологически важных элементов. Эти элементы необходимы для роста и развития костной, мышечной и нервной тканей, а также для образования компонентов крови. Они являются обязательным компонентом продуктов питания, и обычно их называют ***«минералами»***.

Элементы, которые необходимы организму в относительно небольшом количестве (их суточная потребность измеряется микрограммами), называют ***микроэлементами***. К ним относятся медь, цинк, кобальт, йод, фтор и др.

*Наиболее важные элементы, необходимые для нормального функционирования организма человека, и продукты, богатые ими*

| Название элемента | Продукты |
|---|---|
| Йод | морская капуста, креветки, кальмары, птичьи яйца, овес, гречка, пшенная крупа, бобовые, кедровые орехи, редис, морковь, черноплодная рябина |

| Название элемента | Продукты |
|---|---|
| Кальций | творог, сыр, икра, яйца, бобовые |
| Калий | изюм, курага, чернослив, орехи, картофель |
| Железо | мясо и рыба, яблоки, салат, изюм |
| Кобальт | щавель, укроп, зеленый лук, рыба, морковь, свекла, крапива, клюква, рябина, черная смородина, орехи, горох, фасоль, бобы |
| Магний | зерновые |

Содержание достаточного количества микроэлементов в рационе питания особенно важно для населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях, так как недостаток подобных элементов ослабляет защитные функции организма. При этом, безусловно, следует употреблять в пищу продукты, прошедшие радиационный контроль, особенно это касается продукции, произведенной в личном хозяйстве. Кроме этого, необходимо выполнять определенные гигиенические требования, чтобы ограничить поступление радионуклидов в организм человека.

***Учитель:*** Сейчас каждый из вас пройдет тест «Правильно ли вы питаетесь?» (Приложение 2 к уроку 15).

### *Двигательная активность*

Важным элементом здорового образа жизни является ***регулярное занятие детей и взрослых физической культурой и спортом***. Простейший и доступный для всех вид физической культуры – это ***гигиеническая гимнастика***. В отличие от специальных видов гимнастики, гигиеническая гимнастика представляет собой комплекс сравнительно простых, общеразвивающих и силовых упражнений, воздействующих на основные группы мышц тела. Такие упражнения не требуют большого физического напряжения.

Гимнастику, которая полезна как в физиологическом, так и в гигиеническом отношении рекомендуется делать в хорошо проветренном помещении, по возможности, с музыкальным сопровождением. Обычно она включает 12-15 упражнений на сгибание, разгибание, приседания, махи, повороты головы, туловища, круговые движения рук и ног, а также ходьбу, бег, прыжки

и другие движения. Все эти упражнения развивают и укрепляют опорно-двигательный аппарат, органы дыхания и кровообращения, улучшают деятельность желудка и кишечника. Они увеличивают циркуляцию крови, повышают тонус мышц, стимулируют обменные процессы, тем самым способствуя выведению радионуклидов из организма человека. Кроме того, занятия гимнастикой улучшают психоэмоциональное состояние человека и способствуют наиболее эффективной физической и умственной деятельности в течение рабочего дня.

Гимнастику целесообразно сочетать с закаливанием организма. Закаливание – адаптация (приспособление) организма к изменению температуры окружающей среды и смене погодных условий. Закаливание организма обычно достигается многократным воздействием воздуха и воды на тело человека. Закаливание повышает способность организма приспосабливаться не только к изменениям температуры окружающей среды, но и к неблагоприятным воздействиям (биологическим, радиационным, психологическим и др.). Оно снижает восприимчивость к инфекциям, способствует формированию положительных психофизиологических реакций.

Закаливание имеет особое значение для здоровья детей, причем уже с грудного возраста.

**Основные правила, которых следует придерживаться при проведении закаливающих процедур:**

- Постепенность – постепенное увеличение интенсивности и продолжительности воздействия закаливающего фактора.
- Систематичность – регулярное, а не эпизодическое выполнение закаливающих процедур.
- Учет индивидуальных особенностей человека – характер, интенсивность и режим закаливания определяются возрастом, полом, состоянием здоровья и другими особенностями организма человека.

### *Гигиенически рациональная организация труда в сочетании с полноценным активным отдыхом*

Важнейшей составляющей здорового образа жизни является гигиенически рациональный распорядок дня, т.е. разумное чередование активной деятельности и отдыха, бодрствования и сна. Распорядок дня каждого человека имеет свои особенности, но в среднем для работающих и учащихся сутки должны делиться на три примерно равные части (каждая по 8 часов):

- Трудовая деятельность (учеба),
- Личное время
- Сон

Основными видами отдыха являются:

- кратковременный отдых в течение рабочего дня;
- ежедневный;
- еженедельный;
- ежегодный.

Поскольку отдых является физиологической потребностью организма, пренебрежение ежедневным и еженедельным отдыхом опасно для здоровья и работоспособности человека. Особое внимание следует обращать на еженедельный отдых школьникам и работникам умственного труда. Многие из них пренебрегают еженедельным отдыхом, посвящают выходные дни все той же напряженной умственной работе, которой занимались на протяжении рабочей недели.

Лучшими формами отдыха являются занятия физкультурой и спортом.

Кроме того, обязательный элемент еженедельного отдыха – 7-8 часовой сон для взрослых людей и старших школьников. Чтобы обеспечить полноценный сон, рекомендуется:

- отходить ко сну в одно и тоже время;
- спать в хорошо проветренном помещении (желательно при открытой форточке в теплое время года);
- устранять беспокоящий шум;
- прекращать занятия, требующие умственного и эмоционального напряжения, в том числе и просмотр телепередач, не менее чем за 2 часа перед тем, как укладываться спать;
- перед отходом ко сну в течение 20-30 минут прогуляться на свежем воздухе.

В условиях повышенного радиационного риска двигательная активность, закаливающие процедуры, а также гигиенически рациональная организация труда и отдыха в сочетании со здо-

ровым питанием помогут человеку укрепить организм и повысить его сопротивляемость действию негативных факторов окружающей среды, в том числе и ионизирующего излучения в повышенных дозах. Непременное условие здорового образа жизни – отказ от вредных привычек (курения, потребления алкоголя, наркотиков).

Неблагоприятные последствия курения для здоровья человека, прежде всего, связаны с химическим составом вдыхаемого табачного дыма и его повышенной температурой. Вместе с дымом в организм человека попадает более 100 видов вредных веществ, в том числе никотин, синильная кислота, оксид углерода, аммиак, мышьяк, радиоактивный полоний ($^{210}$Po) и свинец ($^{210}$Pb). Курение отрицательно влияет на состояние зубов, полости рта, органов дыхания, слизистой оболочки желудка и кишечника, на деятельность эндокринных желез. Оно снижает внимание, ухудшает память и постепенно ослабляет способность к умственной деятельности. Особенно вредит курение беременным женщинам, отрицательно влияя на растущий плод. Большую опасность (особенно для детей и беременных женщин) представляет вынужденное (пассивное) курение – вдыхание дыма во время пребывания в помещении, загрязненном табачным дымом.

Алкоголь также отрицательно влияет на организм человека. Бытующее до настоящего времени представление о способности алкоголя защитить от вредного воздействия ионизирующего излучения ошибочно. Как показали многочисленные наблюдения, под влиянием алкоголя на организм беременной женщины могут происходить преждевременные роды, увеличивается смертность новорожденных, возникают нарушения в развитии детей: косоглазие, врожденные пороки сердца, аномалии развития конечностей; случаи аномалий черепа и головного мозга, дефектов развития внутренних органов и др. С алкогольной интоксикацией женщин в период беременности связывают и повышенную раздражительность родившихся детей. Нередко такие дети отстают и в психическом развитии. Наконец, алкоголь и наркотики отрицательно влияют на все органы, снижают интеллект человека, вплоть до полной деградации личности. Будучи сильными ядами, эти вещества особенно пагубно действуют на центральную нервную систему детей.

### *Заключение*

***Учитель:*** Таким образом, здоровый образ жизни, правильное питание, двигательная активность, гигиенически рациональная организация труда в сочетании с полноценным активным отдыхом способствуют максимальному уменьшению поступления радиоактивных элементов в организм.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Что означает сбалансированный рацион питания человека?

2 вариант: Перечислите биологически наиболее важные витамины и «минералы», необходимые для нормального функционирования организма человека?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Формирование и ведение здорового образа жизни является важной составляющей сохранения здоровья.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1 к уроку 15

## Блиц-опрос

1. Рост какого онкологического заболевания научно доказан как последствие катастрофы на ЧАЭС?

*(ответ: рост рака щитовидной железы)*

2. Насколько серьезны генетические последствия аварии на ЧАЭС?

*(ответ: исследования не дали четких подтверждений того, что передающиеся по наследству последствия облучения проявляются у жителей пострадавших от чернобыльской катастрофы районов)*

3. Существовала ли радиация до чернобыльской аварии?

*(ответ: да, все мы в течение жизни постоянно подвергаемся воздействию природного ионизирующего излучения)*

4. В какой промежуток времени после аварии эффективно проводить йодную профилактику?

*(ответ: это мероприятие эффективно только в первые дни и недели после радиационной аварии)*

5. Какая система контролирует содержание радионуклидов в сырье и готовой продукции?

*(ответ: система радиационного контроля)*

6. С какого года в системе государственной торговли и общественного питания Беларуси не было отмечено ни одного случая реализации продукции с содержанием радионуклидов, превышающим допустимые уровни?

*(ответ: с 1999 года)*

7. Можно ли возвращать загрязненные радионуклидами земли в сельскохозяйственный оборот?

*(ответ: можно при соблюдении норм радиационной безопасности)*

8. Есть ли возможность профессиональной самореализации на пострадавших территориях?

*(ответ: есть)*

9. Назовите известные вам брэнды различных предприятий из пострадавших районов

*(ответ: Особино, "Хозяин-Барин", Белорусский цементный завод в Костюковичах и т.д.)*

Приложение 2 к уроку 15

## *Тест «Правильно ли вы питаетесь?»*

1. Вы употребляете в пищу овощи?
А) ежедневно, несколько раз (5 баллов)
Б) 2-3 раза в неделю (3 балла)
В) очень редко (1 балл)
Г) никогда (0 баллов)

2. Сколько раз в день вы едите?
А) 4-6 раз (5 баллов)
Б) 3 раза (3 балла)
В) 2 раза (0 баллов)
Г) 8-7 раз, сколько захочу (0 баллов)

3. Употребляете ли Вы в пищу свеклу, морковку, капусту?
А) всегда, круглый год (5 баллов)
Б) иногда, когда заставляют (2 балла)
В) никогда (0 баллов)

4. Что вы едите на ночь?
А) мясо с гарниром в 21 час (1 балл)
Б) кашу молочную в 21 час (2 балла)
В) стакан кефира или молока в 21 час (5 баллов)
Г) ем, что захочу, до 23 часов (0 баллов)

5. Употребляете ли Вы в пищу лук, чеснок, петрушку, укроп?
А) иногда петрушку и укроп в супе, салате (1 балл)
Б) лук и чеснок не ем никогда (0 баллов)
В) все это употребляю ежедневно в небольшом количестве (5 баллов)
Г) ем иногда или тогда, когда заставляют (2 балла)

Баллы в тестах не проставлены. Дети обводят нужный ответ кружком или отмечают птичкой. Затем каждый ответ оценивают в баллах и подсчитывают общую сумму баллов за ответы на все вопросы. Если учащиеся набрали 13-15 баллов, это означает, что у них правильный режим питания. Если учащиеся набрали 9-12 баллов, то это означает, что ребята не занимаются своим здоровьем, но в доме кто-то следит за их режимом питания. При сумме 0-9 баллов учащимся необходимо пересмотреть свой рацион питания.

Подводя итоги выполнения задания, учитель напоминает правила здорового питания:

- Питаться надо 3-4 раза в день в одно и то же время.
- Принимать пищу надо через 3-4 часа.
- В еде надо знать меру, не переедать.
- Последний прием пищи должен быть за 2-3 часа до отхода ко сну.
- Нужно не торопиться и хорошо пережевывать пищу.
- Не стоит есть слишком горячую или слишком холодную пищу.

# Урок 16

## Рекомендации по обработке и употреблению продуктов питания для населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить учащихся со способами переработки продуктов питания; показать пути уменьшения поступления радионуклидов в организм человека.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изучения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 7 мин
4. Работа над новым материалом. 29 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

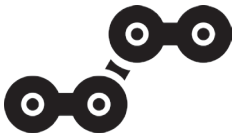
## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы узнали, как нужно организовывать питание и распорядок дня, чтобы уменьшить радиационный риск и укрепить собственное здоровье.



Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого выполним задание «Рассказ по цепочке» (Приложение 1 к уроку 16).

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Для населения, проживающего на загрязненных территориях, важно снизить потребление продуктов питания, обладающих способностью накапливать значительное количество радионуклидов. Для этого необходимо правильно проводить первичную подготовку и переработку продуктов растениеводства и животноводства, ограничить потребление даров леса. Это, в свою очередь, требует наличия знаний о степени накопления в них радионуклидов.

### *Мероприятия по снижению поступления радионуклидов в организм*

В большей степени накапливают радионуклиды те растения, корневая система которых расположена неглубоко, так как основное количество радионуклидов (около 95%) содержится в поверхностном 5-10-сантиметровом слое почвы. Их высокое содержание отмечается в коре деревьев, валежнике, мхе, лишайниках, а также в грибах и ягодах. Сбор грибов и ягод, заготовка лекарственного сырья, выпас скота и заготовка сена в лесах разрешаются при плотности загрязнения цезием-137 до 2 Ки/км$^2$.

Рекомендации по сбору грибов и ягод можно получить в лесхозах, лесничествах и районных центрах гигиены и эпидемиологии. Заготовку даров леса следует проводить с учетом плотности

загрязнения почвы радионуклидами. Для всех собираемых грибов и ягод проверка на содержание радионуклидов обязательна.

***Заготовка березового сока*** разрешена на территориях с плотностью загрязнения до 15 Ки/км$^2$.

***Овощи.*** По способности накапливать цезий-137 основные овощные культуры распределяются следующим образом (в порядке убывания): щавель, салат, фасоль, бобы, горох, редис, морковь, свекла, картофель, чеснок, сладкий перец, лук, помидоры, кабачки, огурцы, капуста (первые в несколько раз больше, чем последние). По способности накапливать радионуклиды могут различаться и сорта растений.

***Фрукты.*** Обычно фрукты не содержат большого количества радионуклидов, однако возможно поверхностное загрязнение плода (особенно около плодоножек, цветоложа или всей поверхности) при сборе фруктов (как правило, поврежденных) на загрязненной земле. Поэтому при сборе овощей и фруктов необходимо свести к минимуму их контакт с почвой.

***Ягоды.*** Черника, брусника, черная и красная смородина, клюква более интенсивно, а земляника, белая смородина, малина и рябина менее интенсивно накапливают радионуклиды.

***Грибы.*** По способности накопления цезия-137 грибы можно разделить на четыре группы:

- *слабонакапливающие* (все виды опенка, вешенка, зонтик пестрый, дождевик);
- *средненакапливающие* (белый гриб, подосиновик, подберезовик, лисичка настоящая, рядовка серая);
- *сильнонакапливающие* (грузди, волнушки, зеленка, сыроежки);
- *грибы-аккумуляторы* (польский гриб, свинушка, моховики и маслята).

Однако необходимо помнить, что определяющий фактор накопления радионуклидов в грибах - плотность загрязнения территории в месте заготовки. Сбор грибов на территории с плотностью загрязнения почвы цезием-137 1-2 Ки/км$^2$ необходимо проводить с обязательным радиационным контролем!

Дары леса являются вторым по значимости источником поступления радионуклидов в организм человека (около 23 %). Их сбор населением в запрещенных местах, отсутствие у населения желания проводить их бесплатный радиометрический контроль, несанкционированная продажа этой лесной продукции ведут к загрязнению человеческого организма радионуклидами.

Собранные грибы перед употреблением или переработкой нужно промыть и вымочить в течение суток, отварить, воду слить. Одно лишь отваривание может снизить содержание цезия в грибах в несколько раз.

Таким образом, продукты питания – одно из главных звеньев биологической цепочки, по которой радионуклиды попадают в организм. При этом в каждом последующем звене пищевой цепи происходит концентрирование загрязняющих веществ (в том числе радионуклидов) примерно в 10 раз. Следовательно, нужно знать допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания, выращиваемых и производимых на загрязненной территории, и осуществлять их контроль.

В соответствии с республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов цезия-137, стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) допустимое содержание радионуклидов в продуктах питания для Беларуси в настоящее время следующие:

| | |
|---|---|
| для молока | 100 Бк/кг (при загрязнении 100 Бк/кг и выше молоко следует перерабатывать на сметану и масло) |
| говядины, баранины | 500 Бк/кг |
| свинины, птицы | 180 Бк/кг |
| овощей | 100 Бк/кг |
| фруктов | 40 Бк/кг |
| садовых ягод | 70 Бк/кг |
| грибов | 370 Бк/кг |

***Учитель:*** Давайте сейчас разделимся на 4-5 групп. Каждая группа должна предложить 5 мероприятий по снижению поступления радионуклидов в организм. На это вам дается 5 минут. После этого посмотрим, что у вас получилось.

Например: Ягоды и грибы можно собирать только в местности, где нет запрещающих знаков радиационной опасности.

***Учитель:***

### *Кулинарная и технологическая обработка продуктов питания*

При подготовке продуктов растениеводства к употреблению необходимо использовать простейшие приемы первичной очистки, что приводит к снижению радиоактивного загрязнения продуктов в 2-10 и более раз.

*Снижение содержания цезия-137 в продукции растениеводства при различных способах технологической обработки*

| Продукты | Способы обработки | Кратность снижения загрязнения продукции, раз |
|---|---|---|
| Картофель, томаты, огурцы | Отмывание в проточной воде | 1,1-1,5 |
| Капуста | Удаление кроющих листьев | 1,1-1,3 |
| Свекла, морковь | Срезание головки корнеплода | 1,1-1,5 |
| Картофель | Очистка мытого клубня | 1,1-1,5 |
| Ячмень, овес (зерно) | Облущивание, снятие пленок | 1,1-1,3 |

Картофель перед закладкой на хранение следует просушить и очистить от почвы. Перед чисткой для приготовления пищи его необходимо вымыть.

Переработка овощей и фруктов (квашение, маринование и т.п.) приводит к дополнительному снижению содержания радиоактивных веществ в продуктах. Овощи, фрукты и ягоды перед обработкой следует тщательно промывать 2-3 раза. Желательно

перед последней промывкой воду подкислить уксусом. Рассолы и маринады не рекомендуется использовать в пищу.

Отваривание, например, очищенного картофеля, позволяет уменьшить в нем содержание цезия на 60-80%.

Грибы перед приготовлением следует тщательно очищать от лесного мусора, хорошо промывать. Обязательно надо вымочить в солевом растворе, а затем промыть и несколько раз прокипятить, сливая отвар. Такой режим обработки снижает концентрацию радионуклидов.

Отвар не использовать: в него переходит до 40% радионуклидов. При кипячении в подсоленную воду желательно добавить немного столового уксуса или лимонной кислоты.

## *Молочная продукция. Переработка в домашних условиях*

Загрязнение молока происходит, в основном, в стойловый период при использовании загрязненных кормов (сена), а также в пастбищный – при отсутствии чистых пастбищ и травостоя высотой более 10 см.

Прежде всего, нужно помнить, что загрязненное радионуклидами молоко следует перерабатывать на жирные молочные продукты, поскольку радионуклиды цезия и стронция не связаны с жировой частью молока. Следовательно, технологическая переработка загрязненного молока на сливки, сметану, творог, сыр позволяет получить продукты с более низким содержанием радионуклидов. Это связано с тем, что цезий-137 сравнительно хорошо растворим в водной части молока.

Чтобы разрушить соединения стронция с белками и перевести его в растворимую фазу, молоко подкисляют лимонной или соляной кислотами, с которыми он образует соли, переходящие в водную фазу. В последующем соли этих веществ легко удаляются с сывороткой и пахтой.

Для получения творога и сыра необходимо свертывание молока. В результате этого процесса при приготовлении сыров сычужным способом содержание цезия-137 в готовом продукте уменьшается в 8-10 раз, а содержание стронция-90 – только на 20%.

В домашних условиях снизить концентрацию радиоактивных веществ в молоке можно путем его переработки в продукты длительного хранения следующими способами: первый – приготов-

ление сливок и снятого молока, а затем – получение из последнего обезжиренного творога; второй – приготовление из цельного молока жирного творога, при этом сыворотку необходимо исключить из употребления в пищу. При переработке сливок, сметаны на сливочное масло основная доля радионуклидов переходит в пахту и промывную воду. Переработка сливочного масла на топленое сопровождается практически полным отделением радиоактивных веществ с оттопками.

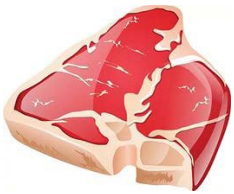
*Домашние способы переработки молока для снижения концентрации цезия-137*

| Переработка молока | Кратность снижения, раз |
|---|---|
| на сливки | 4-6 |
| на творог и сметану | 4-6 |
| на сыр (сычужный) | 8-10 |
| на сливочное масло | 30-40 |
| на топленое масло | 90-100 |

***Учитель:*** Давайте решим задачу: Бабушка на своем подворье получила молоко, в котором содержание цезия-137 превышает допустимый уровень в 5 раз. Подскажите ей, как правильно переработать это молоко.

Правильный ответ: Бабушка может получить пригодное к употреблению сливочное масло (содержание цезия в нем уменьшится в 30-40 раз). Еще лучше, если она получит из молока топленое масло, в котором содержание цезия-137 значительно (до 100 раз) ниже, чем в молоке. Она может получить из молока творог и сыр, и полученные продукты окажутся пригодными для употребления в пищу.

### *Переработка мяса в домашних условиях*



Мясо и различные мясопродукты накапливают радионуклиды по-разному. Так цезий-137 в большей степени накапливается во внутренних органах, мышечной ткани. Стронций же накапливается в костной ткани, особенно молодых животных, почках, легких. Меньше его в сале и жире.

В случае превышения допустимых уровней радиоактивного загрязнения мяса значительно снизить содержание в нем радио-

нуклидов можно путем засола в рассоле. Наибольший эффект достигается при предварительной нарезке мяса на куски и последующем посоле при многократной смене рассола. При этом цезий-137 переходит в рассол.

Снизить концентрацию радиоактивных веществ в мясе и в субпродуктах можно также путем их варки с последующим исключением бульона из употребления на пищевые цели.

Рекомендуется также промывка содержащего цезий-137 мяса проточной водой или 0,85-процентным раствором поваренной соли. Эффективность извлечения радионуклидов возрастает с увеличением длительности нахождения мяса в жидкости (не менее 12 часов), а также при его измельчении. Однако надо помнить, что при промывке сильно измельченного мяса происходит большая потеря питательных веществ.

*Домашние способы переработки мяса для снижения концентрации цезия-137*

| Способ | Конечный продукт | Кратность снижения цезия-137 в продукте, раз |
|---|---|---|
| Варка (30-40 минут) | мясо | 3-6 |
| Приготовление жаркого | мясо | 1,5-2 |
| Засолка и вымачивание солонины с 4-кратной обработкой и сменой рассола | мясо | 5-10 |
| Вымачивание в водопроводной воде в течение 12 часов с периодической сменой воды или в растворе поваренной соли | мясо | 1,5-3 |
| Перетопка | сало | 20 |

Установлено, что мясо молодых животных по содержанию цезия «чище», чем старых. Стронция же, наоборот, больше в молодой костной ткани. Большая концентрация радионуклидов наблюдается в почках и легких, минимальная - в сале и жире.

Таким образом, при приготовлении мясных блюд необходимо:

- предварительно вымачивать мясо в воде не менее 2-х часов, периодически меняя воду;
- сливать отвар после 10-минутного его кипячения;

- не готовить холодец и первые блюда на костном бульоне.

Рыбу перед приготовлением рекомендуется тщательно очищать, вымывать и обязательно удалять голову, плавники и внутренности. Не рекомендуется есть отварные яйца: в скорлупе может содержаться стронций, который при варке переходит в яичный белок. Лучше употреблять яйца в виде яичницы, омлетов, в кондитерских изделиях.

### *Заключение*

***Учитель:*** Изучение результатов многолетних научных исследований и опыта практической работы специалистов позволило сформулировать основные принципы питания на территориях радиоактивного загрязнения. Следовательно, приведенные мероприятия по снижению поступления радионуклидов в организм с продуктами питания носят долговременный характер.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Снижение радиоактивного загрязнения продуктов растениеводства зависит от способов обработки. Какие способы вы знаете?

2 вариант: Какой из способов переработки молока является самым эффективным? Почему?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Материал, рассмотренный на уроке, показал вам, что простые мероприятия по снижению содержания радионуклидов в продуктах питания способны во много раз снизить поступление радионуклидов в организм.

## VII. Окончание урока.

Приложение 1

## *Задание «Рассказ по цепочке»*

Класс делится на пять групп. Каждая группа получает карточку с текстом. Дети должны самостоятельно разбить текст на части по количеству членов группы. Каждый из них готовится пересказать свою часть классу. Ответы всех членов группы составят рассказ «по цепочке». Первая группа готовит сообщение о белках, вторая – о фосфолипидах, третья – о сложных углеводах, четвертая – о минералах и микроэлементах, пятая – о витаминах.

Тексты на карточках

### *Белки*

*Белки* являются незаменимыми веществами, без которых невозможна жизнь человека. Они обеспечивают рост и регенерацию клеток и тканей, участвуют в процессах кроветворения, способствуют усвоению питательных и других биологически важных веществ, а также развитию иммунитета.

*Аминокислоты*, являющиеся основной составной частью белков, необходимы для образования гормонов и ферментов, формирования костной ткани, обновления клеток. Недостаточное поступление белков может приводить к негативным изменениям во всех системах организма. Одним из наиболее ранних проявлений белковой недостаточности является снижение иммунитета.

Содержащиеся в пище белки должны включать все аминокислоты, необходимые организму человека для нормальной жизнедеятельности. Белки входят в состав продуктов как животного, так и растительного происхождения.

*Основные источники полноценного белка*

| Продукты животного происхождения | Продукты растительного происхождения |
|---|---|
| Говядина, свинина, мясо птицы, мясо кролика | Фасоль, горох, соя, капуста белокачанная |
| Яйца куриные, утиные, индюшачьи, перепелиные и другие | Чечевица, гречка |
| Рыба и морепродукты | Орехи (фундук, грецкие и др.), семя подсолнуха |
| Творог нежирный, твердые сыры | Хлебопродукты из муки грубого помола и отрубей, макаронные изделия из муки твердых сортов |

### *Фосфолипиды и высшие карбоновые кислоты*

Важную роль в питании человека играют ***фосфолипиды*** и ***высшие карбоновые кислоты***. Поскольку эти вещества входят в состав клеточных мембран, без них невозможно развитие клеток. Фосфолипиды и высшие карбоновые кислоты оказывают влияние на проницаемость клеточных мембран, поэтому от них зависит устойчивость организма к воздействию ионизирующих излучений, инфекционным болезням, канцерогенным факторам.

Недостаток фосфолипидов и высших карбоновых кислот приводит к нарушению нормального развития растущего организма, снижая его сопротивляемость неблагоприятным внешним воздействиям.

Основные источники фосфолипидов и высших карбоновых кислот:

- растительные масла (подсолнечное, кукурузное, оливковое и др.);
- животные жиры.

### *Сложные углеводы*

***Сложные углеводы***, такие как пектин и клетчатка, также чрезвычайно важны для организма человека (особенно в неблагоприятных экологических условиях).

Эти вещества обладают способностью связывать и выводить тяжелые металлы и радионуклиды из организма человека, снижая тем самым их токсическое действие.

***Пектин и клетчатка*** способствуют также нормализации микрофлоры кишечника. Кроме того, они улучшают перистальтику кишечника, ускоряя выведение из организма токсичных продуктов, в том числе и радиоактивных.

Основные источники пектина и клетчатки:

- зерновые культуры;
- фрукты, овощи и продукты их переработки – соки с мякотью, варенье, джемы, овощные консервы;
- пектинсодержащие кондитерские изделия (зефир, пастила, мармелад).

Подобно пектинам и клетчатке действуют в организме ***альгинаты и каррагинаны*** – вещества, которые в больших количествах содержатся в морских водорослях ламинариях (морской капусте).

### *Минералы и микроэлементы*

Чтобы организм человека нормально развивался и функционировал, он также нуждается в достаточном количестве кальция,

фосфора, магния, железа, натрия, калия, цинка, йода, селена и других биологически важных элементов. Эти элементы необходимы для роста и развития костной, мышечной и нервной тканей, а также для образования компонентов крови. Они являются обязательной частью продуктов питания, и обычно их называют ***«минералами»***.

Элементы, которые необходимы организму в относительно небольшом количестве (их суточная потребность измеряется микрограммами), называют ***микроэлементами***. К ним относятся медь, цинк, кобальт, йод, фтор и др.

*Наиболее важные элементы, необходимые для нормального функционирования организма человека, и продукты, богатые ими*

| Название элемента | Продукты |
|---|---|
| Йод | морская капуста, креветки, кальмары, яйца, овес, гречка, пшенная крупа, бобовые, кедровые орехи, редис, морковь, черноплодная рябина |
| Кальций | творог, сыр, икра, яйца, бобовые |
| Калий | изюм, курага, чернослив, орехи, картофель |
| Железо | мясо и рыба, яблоки, салат, изюм |
| Кобальт | щавель, укроп, зеленый лук, рыба, морковь, свекла, крапива, клюква, рябина, черная смородина, орехи, горох, фасоль, бобы |
| Магний | зерновые |

Содержание достаточного количества микроэлементов в рационе питания особенно важно для населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях, так как недостаток подобных элементов ослабляет защитные функции организма. Безусловно, следует употреблять в пищу продукты, прошедшие радиационный контроль, особенно это касается продукции, произведенной в личном хозяйстве. Кроме этого, необходимо выполнять определенные гигиенические требования, чтобы ограничить поступление радионуклидов в организм человека.

### *Витамины*

Незаменимы в питании и ***витамины*** – специфические органические вещества сравнительно небольшой, по сравнению с биополимерами, молекулярной массы. От витаминов не зависит

калорийность пищи, но они крайне необходимы для нормального функционирования организма человека. Витамины входят в состав ферментов и регулируют обмен веществ. Без них невозможно усвоение пищи, нормальная работа печени, почек, функционирование всех систем организма. Кроме того, витамины поддерживают устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды.

*Наиболее важные витамины, необходимые для нормального функционирования организма человека, и продукты, богатые ими*

| Название витамина | Продукты |
|---|---|
| Витамин А | шиповник, морковь, петрушка, сельдерей, черемша, лук-порей, томаты, сладкий перец, чеснок, салат, черноплодная рябина, облепиха |
| Витамины группы В | мясо, молочные продукты, дрожжи, хлеб, гречка, чай, овощи, фрукты |
| Витамин С | шиповник, облепиха, черная смородина, цитрусовые, петрушка, черемша, сладкий перец |
| Витамин Е | подсолнечное и другие виды растительного масле, облепиха, бобовые, гречка, кукуруза, зеленый горошек, чеснок, лук, черная смородина, брюссельская капуста, салат |

При отсутствии витаминов нарушаются процессы обмена веществ и кроветворения. Витамины необходимы организму в небольших количествах – от микрограммов до нескольких миллиграммов в день. При этом, нежелателен как недостаток, так и избыток витаминов. Признаки дефицита витаминов часто трудно распознать, поэтому человек не должен принимать витамины без разбора и в большом количестве. О том, какие витамины и в каком количестве следует принимать каждому человеку, обязательно нужно проконсультироваться у медицинских работников.

# Урок 17

## Рекомендации для населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях

**Цели урока:**
*Образовательная* – познакомить учащихся с особенностями ведения хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях.
*Развивающая* – способствовать развитию умений учащихся обобщать полученные знания, проводить анализ и делать выводы.
*Воспитывающая* – способствовать формированию познавательных интересов, навыков коллективной и самостоятельной работы.

**Тип урока:** урок изучения нового материала
**Продолжительность урока:** 45 минут.
**Методы обучения:** эвристический, объяснительно-иллюстративный (объяснение, демонстрация).
**Формы организации работы на уроке:** коллективная, индивидуальная, групповая.
**Оборудование:** тетрадь, ручка, компьютер, мультимедийный проектор.

План урока:
1. Организационный момент. 2 мин
2. Целеполагание и мотивация. 1 мин
3. Актуализация. 7 мин
4. Работа над новым материалом. 29 мин
5. Рефлексия и обобщение. 5 мин
6. Подведение итогов урока. 1 мин
7. Окончание урока.

# Ход урока

## I. Организация класса.

*Приветствие. Проверка списочного состава класса.*

## II. Сообщение темы и целей урока.

## III. Актуализация знаний.

***Учитель:*** На прошлом уроке вы познакомились с рекомендациями по обработке и употреблению продуктов питания. Давайте проверим, что вы запомнили. Для этого разделимся на группы. Каждой группе предлагается за 3 минуты нарисовать любую схему обработки продуктов питания для снижения содержания радионуклидов. Затем представитель от каждой группы продемонстрирует свою схему и даст необходимые пояснения.

## IV. Работа над новым материалом.

***Учитель:*** Сейчас я познакомлю вас с различными аспектами безопасного проживания на загрязненных радионуклидами территориях.

### *Рекомендации по защите организма от ингаляционного попадания радионуклидов*

Источниками поступления радиоактивных веществ в жилые помещения являются:

- пыль, проникающая через окна и двери с атмосферным воздухом;
- дрова или торф при отоплении;
- грязная обувь и одежда;
- бытовые предметы, вносимые с улицы без предварительной очистки, и т.д.

Следовательно, мероприятия по соблюдению чистоты в доме заключаются в том, что в помещениях делают более частую (не реже 1-2 раз в неделю) влажную уборку, а рабочую одежду и обувь хранят вне жилых комнат.

При проведении сельскохозяйственных работ, уходе за животными, полевых работах необходимо предохранять кожу и одежду от попадания пыли. После выполнения работ следует тщательно мыть с мылом открытые участки тела, не следует использовать для мытья дождевую воду. Одежду следует содержать в чистоте. Также необходимо иметь смену одежды (включая головной убор), которую в конце работы вытряхивают, а раз в неделю стирают.

Некоторые работы в личном подсобном хозяйстве приходится проводить в условиях повышенной запыленности: складирование сена, подачу его животным, удаление золы, уборку мусора и др. В этом случае для предотвращения попадания радиоактивных веществ с пылью в легкие достаточно использовать индивидуальные средства противопылевой защиты (марлевую повязку, респираторы любых типов). При этом эффективность действия такой повязки возрастает, если смочить ее водой.

*Для снижения радиационного фона следует:*

- регулярно удалять золу из печи;
- на участках земли вдоль стоков с крыш и под водосточными трубами снять слой грунта толщиной 10-20 см и заменить его чистым.

Не рекомендуется сжигать различные отходы на территории подворья.

Помимо того, следует обратить внимание на колодцы. Они должны иметь цементную или бетонную стяжку, препятствующую проникновению талых или поверхностных вод. Также колодцы должны быть оборудованы плотными крышками для предотвращения попадания в них радиоактивных веществ с пылью.

Необходимо также помнить, что в открытых водоемах основное количество радионуклидов сосредоточено в донных отложениях.

В лесу основное количество радионуклидов сосредоточено в верхнем 2-3-сантиметровом слое лесной подстилки. В древесине радиоактивные вещества сосредоточены главным образом

во внешнем слое, поэтому в хозяйстве лучше использовать ошкуренные стволы. Ветки, особенно хвойных деревьев, лучше не брать для хозяйственных нужд. Что касается мха, то поскольку он является накопителем радионуклидов, заготавливать на загрязненных территориях и использовать без предварительной проверки для строительства и ремонта не рекомендуется.

### *Рекомендации по ведению личного подсобного хозяйства*

Эффективным способом снижения поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию является внесение в почву минеральных и органических удобрений, а также известкование кислых почв.

На огороде и садовом участке рекомендуется проводить следующие мероприятия: один раз в 4-5 лет вносить доломитовую муку в дозах 40-50 кг на 100 кв.м. Ежегодно вносить минеральные удобрения. Органические удобрения (навоз, перегной, птичий помет, компосты) вносятся в дозах 500-600 кг на 100 кв.м. В качестве органического удобрения можно вносить торф. Органические удобрения необходимо проверять на радиоактивность.

Особенно важно не перестараться с внесением азотных удобрений и свежего навоза. Это может привести к повышенному содержанию нитратов и способствовать дополнительному накоплению радиоактивных веществ в урожае. Также предпочтительно полностью исключить применение на приусадебных участках ядохимикатов. Их можно заменить табачной пылью, настоями и отварами трав, биологическими средствами защиты растений.

### *Что нужно знать при заготовке дров*

Ухудшение радиационной обстановки в доме и на приусадебном участке может быть связано с самовольной заготовкой дров.

Использование дров с содержанием радиоцезия, превышающим допустимый уровень, вызовет загрязнение печей, а зола, используемая в качестве удобрения на приусадебном участке, приведет к дополнительному загрязнению по-

чвы и, следовательно, повысит содержание этого радионуклида в выращиваемых культурах. Поэтому заготовку дров, в том числе и валежника, необходимо проводить по разрешению лесничеств. Выписка дров в лесничествах производится на отведенных для их заготовки участках. В зонах радиоактивного загрязнения участки отводятся в рубку после проведения радиационного обследования, радиометрического контроля древесины и при условии ее соответствия допустимому уровню содержания радионуклидов.

При заготовке дров необходимо знать, что:

- содержание радиоцезия в древесине зависит не только от плотности загрязнения почвы, но и от породы и возраста деревьев, плодородия и влажности почвы, других факторов. Так, на бедных и влажных почвах содержание радиоцезия в древесине больше, чем на более плодородных и менее увлажненных;
- наибольшее количество радиоцезия сосредоточено в коре и наружных слоях древесины, поэтому дрова из отходов лесопиления содержат значительно больше радионуклидов, чем дрова из целого ствола;
- снятие коры уменьшает содержание радиоцезия в дровах до 2 раз.

Для захоронения золы рекомендуется выбирать сухое возвышенное место, удаленное от населенного пункта. Зола должна закапываться на глубину не менее 50 см.

### *Содержание и кормление домашних животных*

Уменьшить поступление радионуклидов из почвы в корм животных можно с помощью агромелиоративных мероприятий и, осуществляя правильный подбор культур, при выращивании кормов.

Способность растений, идущих на корм скоту, накапливать цезий-137 убывает в следующем порядке: разнотравье естественных сенокосов и пастбищ, люпин, многолетние злаковые травы, клевер, зеленая масса рапса, солома овса, зеленая масса кукурузы, зеленая масса однолетних бобово-злаковых травосмесей, солома озимой ржи, зерно овса, картофель, солома ячменя, зерно озимой ржи, зерно ячменя.

Способность растений накапливать стронций-90 убывает в ряду: клевер, зеленая масса гороха, рапса, люпина, однолетних бобово-злаковых травосмесей, солома озимой ржи, кормовая свекла, зеленая масса кукурузы, солома овса, зерно ячменя, овса, озимой ржи, картофель.

Уменьшить поступление радионуклидов в организм животного непосредственно с кормом можно путем изменения условий содержания животных, рациона их питания, а также путем снижением всасывания радионуклидов в желудочно-кишечном тракте. Для этого рекомендуется использовать окультуренные пастбища, а также такие кормовые добавки, как кормовой мел, минеральные калиевые и кальциевые подкормки. Выпас животных следует начинать при отрастании травы не менее 10 см. Поение допускается из любых источников. Заготовка сена и выпас скота на территории лесов без согласования с работниками лесного хозяйства запрещаются. Необходимо также отметить, что при отсутствии достаточного количества окультуренных пастбищ для крупного рогатого скота содержание радиоцезия в организме животных и молоке можно снизить путем применения цезийсвязывающих препаратов (ферроцин).

Перед доением коров и коз вымя обязательно тщательно обмывается и вытирается полотенцем. Выращивание кур для получения яиц допускается только в выгульных двориках. Свободное содержание птицы нежелательно, так как при этом возможно получение яиц с повышенным содержанием радионуклидов.

При убое свиней, овец, коз, крупного рогатого скота, кроликов, птицы мясо и субпродукты используются на пищевые цели только после обязательного радиологического контроля и получения соответствующего заключения. Шкуры и шерсть также целесообразно подвергать радиационному контролю.

***Учитель:*** Вы познакомились с некоторыми рекомендациями. Давайте вместе проанализируем, что, исходя из полученных знаний, вы делаете неправильно.

***Учитель:***

***Охотникам на заметку***

Охотникам необходимо знать, что:

- содержание радионуклида цезия-137 в организме кабана больше, чем у косули, зайца, лося;
- содержание радиоцезия в организме кабана и косули в зимний период увеличивается по сравнению с летним;
- цезий-137 и стронций-90 распределяются в организме животных неодинаково.

Цезий-137 накапливается в мягких тканях, мышцах и внутренних органах, стронций-90 – преимущественно в костях, в мягких тканях его значительно меньше;

- содержание цезия-137 в мясе может быть снижено в 1,5-2 раза после вымачивания, а также засолки его в рассоле. Наибольший эффект достигается при предварительной нарезке мяса на куски и последующем посоле при многократной смене рассола. При этом радиоцезий переходит в рассол.
- сало содержит меньше радионуклидов, чем мясо. При его перетопке 95% цезия-137 остается в шкварке, и жир становится практически чистым;
- снизить содержание радиоцезия в мясе можно также при помощи отваривания с обязательным удалением отвара (бульона) после 8-10-минутного кипячения. В результате отваривания из мяса, а также печени и легких в бульон переходит до 50% цезия.

### *Пчеловодство в условиях радиоактивного загрязнения территории*

Пчеловодством можно заниматься на территории с плотностью загрязнения почв цезием-137 до 15 Ки/км$^2$. Собранный мед подлежит радиометрическому контролю. Не рекомендуется размещение пчелосемей ближе 5 км от территорий, выведенных из хозяйственного оборота. Основным загрязнителем продуктов пчеловодства является цезий-137, но присутствуют и другие радионуклиды.

Для получения меда с наименьшим содержанием радионуклидов необходимо размещать пасеки не ближе 2-3 километров от леса, заливных лугов или участков медоносных растений, активно накапливающих радионуклиды (вереск, чабрец, бобовые, акация, липа, калина, малина, плодовые деревья). Но трудно установить территорию, где пчелы собирали мед, поэтому необходимо знать, что по уровню загрязнения продукты пчеловодства располагаются следующим образом: прополис, воск, мед пчелиный натуральный, т.е. основная часть радионуклидов переходит не в мед, а в пыльцу, прополис, воск. Если прополис загрязнен радионуклидами, из него надо сделать спиртовой настой и тщательно отфильтровать. Настой не будет загрязнен. А вот использовать остальные продукты не стоит. В любом случае рекомен-

дуется проводить радиометрический контроль всех продуктов пчеловодства 2-3 раза на протяжении вегетационного периода тех или иных медоносных растений.

### *Любителям рыбной ловли*

Рыболовством разрешается заниматься на территории с плотностью загрязнения почв цезием-137 до 15 Ки/км$^2$. Рыбу рекомендуется ловить в реках и проточных водоемах. Загрязнение рыб цезием-137 зависит от места их обитания. Наиболее загрязненными являются придонные и хищные рыбы: карась, карп, линь, окунь, щука, сом и др.

При приготовлении рыбы необходимо знать, что:

- наибольшее содержание радионуклидов у рыбы находится в голове, чешуе и во внутренностях;
- цезий-137 накапливается в основном во внутренних органах рыбы и мышцах, стронций-90 – преимущественно в костях, чешуе и жабрах;
- перед приготовлением рыбу рекомендуется тщательно очистить от чешуи, удалить внутренности, голову. У донных рыб, таких как сом, линь, щука, следует удалить хребет;
- уровень радиоактивного загрязнения рыбы может быть снижен на 50-60% путем засолки в рассоле. При этом радиоцезий переходит в рассол;
- при варке рыбы в большом количестве воды около 45% радиоцезия переходит в раствор. Поэтому перед приготовлением ухи следует предварительно вымочить тушки рыбы без голов в 4%-ном растворе поваренной соли в течение 3-15 часов, периодически меняя раствор.

### *Мероприятия, ограничивающие всасывание радионуклидов в организме*

Накапление радионуклидов, попавших в организм, можно снизить, ограничив их всасывание. Для этого руководствуются рядом принципов:

- *Принцип конкурентного замещения.* Радионуклиды по своим химическим свойствам и путям метаболизма сходны с некоторыми стабильными элементами: цезий – с калием и рубидием, стронций – с кальцием, плутоний – с трехвалентным железом. При введении в рацион продуктов, содержащих эти стабильные

элементы, последние будут конкурировать с радиоактивными элементами за участие в биохимических процессах и снижать их всасывание.

• *Принцип связывания радионуклидов в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ).* Для населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях, рекомендуется употребление продуктов, богатых пектинами, фитатами, антоцианами, которые связывают радионуклиды в ЖКТ.

### *Мероприятия, направленные на ускорение выведения радионуклидов из организма*

К сожалению, нельзя полностью избавиться от радионуклидов в продуктах питания, поэтому важно применять приемы, способствующие их выведению из организма.

Усиление перистальтики кишечника достигается, если употреблять следующие продукты, богатые клетчаткой:

- хлеб грубого помола;
- овощи (капуста, свекла, морковь);
- фрукты (чернослив);
- крупы (гречка, овсянка, перловка, пшено).

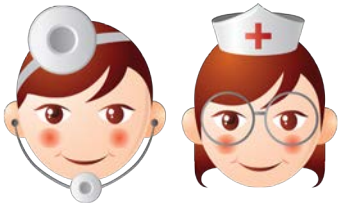
Регулярный пассаж желчи и мочи обеспечивается при употреблении:

• дополнительного количества жидкостей (чай, соки, морсы, компоты);

• настоев трав, обладающих слабым мочегонным и желчегонным действием (ромашка, зверобой, бессмертник, мята, шиповник, укроп, тмин, зеленый чай).

Введение в рацион питания овощных и фруктово-ягодных соков, особенно с мякотью, не только увеличивает поступление в организм витаминов, но и способствует ускоренному выведению радионуклидов. Лучше всего употреблять свежеприготовленные соки.

### *Медицинский контроль и оздоровление*



Граждане, проживающие в зонах с правом на отселение и с периодическим радиационным контролем, подлежат обязательному медицинскому обследованию (диспансеризации) в центральных районных или участковых больницах с целью ран-

него выявления заболеваний и своевременного их лечения. При этом дети должны осматриваться ежегодно, взрослые - не реже одного раза в два года. При осмотре рекомендуется проходить контроль содержания радиоцезия в организме на аппарате СИЧ при его наличии.

Дети и подростки, проживающие в зоне с правом на отселение, имеют право на бесплатное санаторно-курортное лечение по медицинским показаниям в санаториях соответствующего профиля, в том числе в санаториях «Мать и дитя».

### *Радиационный контроль*

Оценка радиационной обстановки на подворьях граждан и в личных подсобных хозяйствах проводится службами управления по гидрометеорологии. Информацию о радиационной обстановке в районе можно получить в райисполкоме, о загрязненности сельскохозяйственных угодий – в управлениях сельского хозяйства, у агрономов сельхозпредприятий, по кормам – в районной межколхозной агрохимической лаборатории, а по продуктам питания - в территориальных центрах гигиены и эпидемиологии.

Для измерения содержания радионуклидов в производимой населением продукции (овощи, фрукты, молочные и мясные продукты, рыба, мед и т.д.) можно обращаться также на ближайшие посты и службы радиометрического контроля управлений сельского хозяйства, потребкооперации. Продукцию леса (грибы, ягоды) можно проверить на постах лесхозов. Контроль уровня радиоактивного загрязнения сельхозпродукции и продуктов питания, производимых в личном секторе, обеспечивается территориальными центрами гигиены и эпидемиологии и местными центрами радиационного контроля.

### *Заключение*

***Учитель:*** Помните, что соблюдение перечисленных рекомендаций поможет не допустить или ослабить возможное воздействие радиации на организм, и, тем самым сохранить здоровье и трудоспособность граждан.

## V. Рефлексия и обобщение.

***Учитель:*** Что вы узнали нового? Что вызвало у вас интерес на сегодняшнем уроке? Что вызвало затруднение? Сейчас каждый из вас получит карточку с вопросом, на который нужно ответить.

1 вариант: Что нужно делать для предотвращения попадания радиоактивных веществ в организм человека при проведении сельскохозяйственных работ?

2 вариант: Какими способами можно ускорить выведение радионуклидов из организма человека?

## VI. Подведение итогов урока.

***Учитель:*** Пострадавшие от чернобыльской катастрофы территории будут многие годы оставаться загрязненными радионуклидами, поэтому надо приспосабливаться к жизни в сложившихся условиях и постараться сделать условия проживания максимально безопасными для здоровья.

## VII. Окончание урока.

# Практические занятия

## *Практическое занятие №1*

## *Измерение уровня радиационного фона*

***Цели занятия:***

• научить измерять уровень радиационного фона с помощью дозиметра;

• развивать умение ставить перед собой цели и добиваться их решения;

• воспитывать ответственность, самостоятельность, бережное отношение к здоровью.

***Форма занятия:*** лабораторная работа.

***Оборудование:*** дозиметры, тетради, ручки.

***Ход занятия:***

Внимательно изучите инструкцию по работе с дозиметром и определите:

• каков порядок подготовки его к работе;

• какие виды ионизирующих излучений он измеряет;

• в каких единицах прибор регистрирует мощность дозы излучения;

• какова длительность цикла измерения;

• каковы границы абсолютной погрешности измерения;

• каков порядок контроля и замены внутреннего источника питания;

• каково расположение и назначение органов управления работой прибора.

2. Подготовьте к работе дозиметр. Произведите внешний осмотр прибора. Убедитесь, что дозиметр находится в рабочем состоянии. Для этого включите питание и подождите 40–60 с.

3. Поместите прибор в первой контрольной точке на высоте 1 м над поверхностью земли и произведите замеры мощности дозы ионизирующего излучения 5-6 раз. Результаты запишите в таблицу.

| № опыта | 11 | 22 | 23 | 44 | 55 | 66 | Среднее значение радиационного фона | Доза облучения за год | Безопасная доза для человека |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Показание дозиметра | | | | | | | | | |

4. При проведении измерений следует учитывать следующее:

• в ходе обследования уточняется схема населённого пункта, на неё наносятся дополнительные ориентиры (колодцы, переулки, номера домов и т. д.), позволяющие в дальнейшем установить точное место измерения;

• в каждом населённом пункте проводят обязательное измерение мощности дозы у входов в общественные здания, жилые помещения, школы, детские учреждения, фермы, клубы, магазины и т. д.;

• приусадебные участки и территории, прилегающие к школам, детским учреждениям и т.д., проходятся по диагонали с проведением замеров не менее, чем в трёх характерных точках, например, в 1 м за калиткой, в глубине двора, в двух метрах от входа в жилое помещение, в середине огорода или садового участка, под водосточными трубами и желобами, у забора со стороны двора;

• в случае выявления локальных очагов радиоактивного загрязнения, начиная с мощности дозы 100 мкР/час, проводится определение их границ (оконтуривание) путём проведения измерения мощности дозы по двум взаимно перпендикулярным линиям, проходящим через центр участка;

• замеры проводятся через каждые 5-10 метров до выхода показаний прибора на значение менее 100 мкР/час (1 мкЗв/час) с регистрацией результатов измерений;

• при необходимости проводятся измерения мощности дозы во дворах в присутствии хозяев.

5. Рассчитайте среднее значение мощности дозы. Результат запишите в таблицу.

6. Повторите действия п.п. 3-5 в других контрольных точках.

7. Сделайте вывод об уровне радиационной безопасности местности.

8. Вычислите, какую дозу облучения получит человек в течение года, если среднее значение радиационного фона на протяжении года изменяться не будет. Сопоставьте ее со значением, безопасным для здоровья человека.

9. Сделайте заключение по работе.

## *Практическое занятие №2*

## *Внешнее и внутреннее облучение*

***Цели занятия:***

• закрепить знания о влиянии ионизирующего излучения на организм человека;

• развивать логическое мышление и память;

• воспитывать навыки коллективной работы.

***Форма занятия:*** подготовка информационного плаката

***Оборудование:*** информационные материалы, журналы, карандаши, фломастеры, ножницы, клей, ватманы.

### *Ход занятия:*

Класс делится на две группы. Первая группа создает информационный плакат по теме «Внешнее облучение живых организмов», вторая группа – по теме «Внутреннее облучение живых организмов». Группам раздаются информационные материалы, на основе которых создается плакат (Приложение 1 к практическому занятию №2). Знания учащихся в рамках данной темы служат основой для создания плаката. Для оформления можно использовать вырезки из журналов, а также оформить плакат с помощью карандашей и фломастеров.

Приложение 1

### *Внешнее и внутреннее облучение человека*

Любые объекты на нашей планете: живые и неживые, искусственные и естественные, органические и неорганические – находятся под постоянным воздействием ионизирующих излучений. На человека и животных ионизирующее излучение может оказывать воздействие двумя путями: первый путь – внешнее облучение, второй – внутреннее.

*Внешнее облучение* происходит от источников, расположенных вне организма. Основными источниками внешнего облучения являются космическое излучение, естественные радионуклиды почвы и воздуха, радиоактивные продукты деления, которые появляются в результате проведения испытаний ядерного оружия, выбросов при авариях на объектах ядерного топливного цикла.

Доза внешнего облучения формируется, главным образом, за счет воздействия гамма-излучения. Альфа- и бета-излучения не вносят существенного вклада в общее внешнее облучение жи-

вых организмов, так как они, в основном, поглощаются воздухом или эпидермисом кожи. Радиационное поражение кожных покровов бета-излучением возможно при нахождении на открытом пространстве в момент выпадения радиоактивных продуктов ядерного взрыва или других радиоактивных осадков.

Контроль внешнего облучения производится дозиметрами. Полученные результаты сравниваются с естественным фоном, характерным для данной местности. Мероприятия по защите от внешнего облучения при радиационных авариях включают укрытие населения в помещениях и убежищах в первые дни после аварии, удаление верхнего загрязненного радионуклидами слоя почвы после прекращения радиоактивных выпадений, отселение и др.

Отметим, что в настоящее время на территории Республики Беларусь дополнительное внешнее облучение в связи с аварией на ЧАЭС обусловлено, главным образом, присутствием цезия-137 в окружающей среде.

*Внутреннее облучение* – это облучение организма от находящихся внутри него радиоактивных веществ. Основным источником поступления радионуклидов в организм являются продукты питания (около 97%), в меньшей степени вода (около 2%) и воздух. По степени биологического действия ионизирующие излучения составляют следующий убывающий ряд: α, β, γ – что обусловлено их различной ионизирующей способностью.

В первоначальный период (первые 1,5-2 месяца) после радиационной аварии дополнительное как внешнее, так и внутреннее облучение населения обусловлено, по большей части, радионуклидами йода. Йод попадает в организм с воздухом и пищей. Из легких и желудочно-кишечного тракта с кровью распределяется по всем органам и тканям. Но уже через несколько часов большая часть йода оказывается в щитовидной железе. Значительно уменьшить облучение щитовидной железы можно путем проведения йодной профилактики. Для этого необходимо немедленно принимать препараты, содержащие стабильный йод: йодид калия. При этом следует помнить, что передозировка стабильного йода вызывает побочные эффекты. Поэтому проводить йодную профилактику следует только после специального оповещения.

После распада короткоживущих радионуклидов дополнительное внутреннее облучение населения происходит, главным образом, радионуклидами цезия и стронция. Для ограничения внутреннего облучения населения республики, начиная с 1986 года, устанавливаются нормативы допустимого содержания радионук-

лидов в продуктах питания. Они периодически пересматриваются в сторону ужесточения требований. С целью дальнейшего снижения доз внутреннего облучения населения Республики Беларусь в 1999 году введены Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) взамен действовавших РДУ-96.

## *Основные источники облучения человека*

### *Понятие о радиационном фоне*

Как мы уже отмечали, все живые существа, населяющие нашу планету, постоянно подвергаются воздействию ионизирующей радиации за счет внешнего и внутреннего облучения от естественных (космическое излучение и природные радиоактивные вещества) и искусственных (отходы атомной промышленности, радиоактивные изотопы, используемые в биологии, медицине, сельском хозяйстве и др.) источников ионизирующих излучений. Т.е. развитие жизни на Земле происходило и происходит в присутствии радиационного фона.

Под **радиационным фоном** принято понимать ионизирующие излучения от природных (естественных) источников космического и земного происхождения, а также от искусственных радионуклидов, рассеянных в биосфере в результате деятельности человека. Радиационный фон обусловлен факторами окружающей среды и не включает облучение лиц, которые работают с источниками ионизирующего излучения, а также излучение, применяемое с диагностическими и лечебными целями.

Различают естественный радиационный фон и техногенно измененный радиационный фон. Все источники радиационного фона делятся на две основные группы: естественные и искусственные.

Естественный радиационный фон (ЕРФ) является основной составляющей радиационного фона. Источниками ЕРФ являются ионизирующие излучения, которые действуют на от внешних естественных источников неземного происхождения (космических излучений), внешних естественных источников земного происхождения (присутствующих в земной коре, воде, воздухе), а также от внутренних источников (т.е. радионуклидов естественного происхождения, которые содержатся в организме человека). От естественных источников радиации мы получаем 78% облучения.

***Космическое излучение***

Это ионизирующее излучение, непрерывно поступающее на Землю из мирового пространства, а также образующееся в земной атмосфере в результате взаимодействия излучения с атомами воздуха.

Интенсивность космического излучения зависит от географической широты и высоты над уровнем моря. На больших высотах она выше по причине меньшей толщины слоя атмосферы (воздух играет роль защитного экрана). Обитаемые области Земли, расположенные на высоте 4500 м, получают дозу космического излучения до 3 мЗв/год, а на вершине Эвереста (8848 м над уровнем моря) доза составляет 8 мЗв/год.

**Внешние источники радиации земного происхождения**

Вторым источником естественного радиационного фона являются радионуклиды земного происхождения. Эти нуклиды называются естественными радиоактивными веществами – это значит, такие, которые образовались и постоянно вновь образовываются без участия человека. Распадаясь, они образуют промежуточные, также радиоактивные, радионуклиды.

Внешними источниками излучений являются более 60 естественных радионуклидов, находящихся в биосфере Земли. Особое значение для человека имеют радиоактивные элементы биосферы, т.е. той части оболочки Земли (лито-, гидро- и атмосферы), где находятся микроорганизмы, растения, животные и человек.

Все естественные радионуклиды в зависимости от их происхождения можно разделить на 2 категории: радионуклиды земного происхождения и космогенные радионуклиды. **Радионуклиды земного происхождения,** в свою очередь, делятся на 2 группы.

К первой группе относятся элементы, образующие три радиоактивных семейства – урана, тория, актиноурана и продукты их распада. К ним относятся 32 радионуклида урана-радиевого иториевого рядов. Торий и уран представляют собой перспективный материал для атомной промышленности.

Ко второй группе естественных радионуклидов земного происхождения принадлежат радионуклиды, не входящие в радиоактивные семейства (11 долгоживущих радионуклидов: калий-40 с периодом полураспада $1{,}31 \times 10^{9}$лет, кальций-48 – $2 \times 10^{16}$ лет, рубидий-87 – $6{,}15 \times 10^{10}$ лет и др.). Наиболее распространенным является рубидий-87.

**Космогенные радионуклиды** образуются в результате ядерных реакций протонов и нейтронов, входящих в состав первичного и вторичного космического излучения, с ядрами элементов воздуха (N, O, Ar и др.). К космогенным радионуклидам относятся 14 изотопов: тритий, дейтерий, берилий-7, углерод-14, углерод-13, натрий-22, фосфор-32, фосфор-33, хлор-35 и др.

$^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$; $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{3}_{1}H$

Образовавшиеся углерод-14 и тритий являются космогенными радионуклидами. Поступая в организм, они являются источниками внутреннего облучения. Берилий-7, натрий-22, 24 относятся к источникам внешнего облучения.

**Искусственная радиоактивность**

В формировании фонового облучения существенную роль играют искусственные источники радиации. Явление искусственной радиоактивности открыто в 1934 г. супругами Жолио-Кюри, которые показали, что при бомбардировке альфа-частицами ядер легких элементов образуются другие элементы, являющиеся радиоактивными.

В настоящее время известно свыше 900 радионуклидов, получаемых искусственным путем. Искусственные радионуклиды получают в ядерных реакторах, в т. ч. и реакторах АЭС. Большинство из них являются альфа-излучателями и имеют большие периоды полураспада. Не существует элементов, у которых не было бы радиоактивного изотопа.

Основными составляющими **техногенного радиационного фона** являются:

1. Глобальные выпадения радионуклидов, связанные с испытанием ядерного оружия. США и СССР провели более 500 ядерных испытаний, в результате которых большая часть радионуклидов попала в атмосферу и рассеялась по всей поверхности Земного шара.

2. Загрязнения локального и глобального характера, обусловленные неаварийными выбросами АЭС, тепловых электростанций, деятельностью горнодобывающих и перерабатывающих предприятий.

3. Использование источников ионизирующих излучений в промышленном производстве, сельском хозяйстве, в научных целях, медицине и т.д.

***Пищевые цепочки***

Большинство радионуклидов поступает в организм человека с продуктами растениеводства и животноводства. Пути миграции радионуклидов различны и осуществляются в основном по следующим пищевым цепочкам:

Атмосфера – почва – растения – человек (так поступают в организм человека радионуклиды с овощами, злаками, ягодами, грибами и т.д.).

Атмосфера – почва – растения – травоядные животные – молоко и мясные продукты – человек (из почвы радионуклиды поступают в корневую систему растений, а затем – в вегетативные органы). Имеет место и поступление радионуклидов в организм животных с пищей. Так, например, корова не только поедает траву, загрязненную радионуклидами, но и слизывает за год до 600 кг земли.

Атмосфера – вода открытых водоемов – фито- и зоопланктон и другие обитатели водоемов – рыбы – человек. (Ракообразные, моллюски, водоросли и вообще придонные животные являются более загрязненными из-за сорбции радиоактивных веществ).

Атмосфера – вода – человек. Питьевая вода очищается довольно быстро, так как радиоактивные частицы оседают на дно водоемов.

***Пути поступления радионуклидов в организм человека***

Радиоактивные вещества могут попадать в организм человека тремя путями: через органы дыхания (при вдыхании загрязненного радиоактивными аэрозолями воздуха), через желудочно-кишечный тракт (с продуктами питания и водой), через кожу (резорбция через кожу). С воздухом в организм человека может поступать около 1% радиоактивности. Примерно 5% попадает с питьевой водой. Основной опасностью является поступление радионуклидов с пищей.

**Ингаляционное поступление** радионуклидов. Радиоактивность воздуха может быть обусловлена содержанием в нем радиоактивных газов или аэрозолей в виде пыли, тумана, дыма.

При вдыхании воздуха радиоактивные вещества, содержащиеся в нем (частицы радиоактивной пыли), задерживаются на всем протяжении дыхательного тракта.

Чем меньший диаметр частиц, тем относительно меньше их задерживается в верхних дыхательных путях, бронхах и тем

больше их проникает в альвеолярные отделы легких, т.е. в те области, где отсутствуют механизмы, которые способны выводить попавшие частицы в бронхи и трахею (т.е. наружу).

**Поступление радионуклидов с пищей и водой**. Пищевые продукты могут быть загрязнены радионуклидами, которые из внешней среды по биологическим пищевым цепочкам попадают в растения, организмы животных и, наконец, в продукты питания.

***Поступление радионуклидов через кожу***. Резорбция радионуклидов через неповрежденную кожу в 200-300 раз меньшая, чем из желудочно-кишечного тракта. Известен целый ряд радионуклидов, которые проникают через кожу в составе жидких или газообразных соединений (особенно через порезы, царапины, ссадины). Хорошо проникает через кожу молибден, церий, иттрий. Стронций, цезий, теллур через кожу всасывается медленно.

Проницаемость кожи резко увеличивается при воздействии бензина, обезжиривающих растворителей; при повреждении рогового слоя кожи, играющего главную роль в барьерной функции кожи. Значительное влияние на интенсивность поглощения радионуклидов кожей оказывает температура и влажность воздуха.

***Выведение радионуклидов из организма***

Попавшие в организм радионуклиды участвуют в обмене веществ по принципу, аналогичному тому, как это происходит для их стабильных изотопов: они выводятся из организма через те же выделительные системы.

Основное количество радиоактивных веществ выводится через желудочно-кишечный тракт и почки, в меньшей степени – через легкие и кожу. У кормящих матерей часть радионуклидов выделяется с молоком (йод-131). Скорость выведения радионуклидов зависит от их природы, возраста, функционального состояния организма, особенностей поступления и распределения в организме. Наиболее быстро выводятся радионуклиды из тканей, где скорость обмена веществ высокая. Так, остеотропные радионуклиды выводятся медленнее, потому что в костной ткани обмен веществ ниже, чем в мягких тканях. Кроме того, они способны включаться непосредственно в костную ткань, замещая там кальций (стронций-90, барий-140). Свободные радионуклиды быстрее выводятся из организма (йод-131, рутений-106, цезий-137). Связанные с тканевыми структурами (белком) и находящиеся в коллоидном состоянии радионуклиды выводятся медленнее (лантан-140, церий-144, прометий-147). Цезий-137 выводится из организма быстрее, чем стронций-90, а йод-131 быстрее, чем цезий-137.

## Практическое занятие №3

## *Получение атомной энергии*

***Цели занятия:***

• обсудить аспекты использования и развития ядерной энергетики;

• развивать навыки общения и умения отстаивать свою точку зрения;

• воспитывать внимательность и такт по отношению к окружающим, умение вести спор.

***Форма занятия:*** ролевая игра.

***Оборудование:*** презентация, памятка по поиску информации в интернете для учащихся.

### *Подготовительный этап занятия*

Для подготовки к занятию класс поделен на 8 групп: ученых-физиков, инженеров-практиков, экспертов, экологов, врачей, экономистов, энергетиков, журналистов. Каждой группе, кроме последней, выдается задание: подобрать литературу, разобраться в проблеме производства атомной энергии с точки зрения специалиста данного профиля. Искать материал как «за», так и «против» развития атомной энергетики. Можно пользоваться не только учебными и научно-популярными изданиями, но и материалами газет, журналов. Раздать «Памятки для учащихся по поиску информации в интернете» (Приложение 1 к практическому занятию №3). Журналисты, в свою очередь, должны подготовить по одному «каверзному» вопросу, адресованному представителю каждой группы, чтобы выявить важнейшие проблемы. За 2-3 дня до занятия следует провести консультацию, направленную на выявление готовности групп, а также ответов на вопросы, которые возникли в ходе подготовки к занятию.

### *Ход занятия:*

*Вводное слово учителя*

Обойтись без использования атомной энергии человечество в современном мире не может. Мы встречаемся с радиоактивностью практически во всех сферах деятельности: в энергетике, медицине, археологии, дефектоскопии, селекции. Однако надо помнить, что абсолютно безопасных технологий не бывает и в каждом контрастном случае необходимо оценивать соотношение пользы и риска. Давайте разберемся в таком сложном вопросе, как получение атомной энергии.

***Ход дискуссии***

*Выступление группы физиков*. Тема «Ядерные реакции. Цепная реакция деления».

*Выступление группы инженеров*. Тема «Устройство атомного реактора. Принцип работы».

*Выступление группы экономистов-энергетиков*. Тема «Финансовая выгода сооружения атомных электростанций. Экономические расчеты».

После выступления трех групп свои вопросы задает *группа журналистов*.

*Выступление группы экспертов*. Тема «Причины аварии на Чернобыльской АЭС».

Далее в дискуссию вступают *медики и экологи*, которые выявляют «слабые стороны» АЭС и пробелы в выступлениях инженеров и экономистов, привлекая материалы периодической печати. Потом перед инженерами они ставят вопрос о технике безопасного захоронения отходов и о процессе остановки работы атомной электростанции. Далее, отметив, что есть много «за» и «против» атомной энергетики, журналисты формулируют проблему: каких доводов больше и что перевешивает? Специалисты, экологи и врачи высказывают свои мнения.

***Обобщающее слово учителя.***

Благодарю всех за участие в обсуждении проблем получения атомной энергии. Я рад, что вы сделали правильные выводы.

***** *Примечание*: для лучшего управления ходом диспута учитель может выбрать себе роль журналиста, дающую ему право задавать любые вопросы. А роль ведущего может исполнять ученик, которого нужно заранее ознакомить с планом урока и проконсультировать.

Приложение 1

## *Памятка для учащихся по поиску информации в интернете*

1. Прежде чем начать поиск в сети интернет, надо определить, по какой теме необходимо искать информацию, записать эту тему на листок бумаги и положить его перед собой. Это поможет «не сбиться с курса».

2. Для того чтобы найти требуемую информацию на различных сайтах, необходимо:

• подобрать ключевые слова и сочетания слов, наиболее под-

ходящих к искомой теме;

• составить список используемых поисковых систем и каталогов;

• составить ориентировочный список сайтов, содержащих информацию по определенной вами теме;

• подобрать информацию по данной теме;

• предложить темы и названия телепередач, статей, видео- или аудио продукции, которые могут дополнить найденный материал по теме.

3. В процессе работы обязательно будут встречаться интересные, но совсем не относящиеся к делу, ссылки, которые необходимо постараться игнорировать.

4. Лучше сначала изучать интересующий документ целиком, а лишь затем переходить на ближайшие ссылки по заданной теме. Если все время уходить от стартового документа, то можно быстро заблудиться в сети.

5. Для того, чтобы дать сравнительную характеристику одной и той же информации по интересующей вас теме, но представленной на разных сайтах, используйте для анализа данной темы учебники, книги для чтения, художественные произведения.

6. После ознакомления с информацией сделайте необходимое обобщение:

• ответьте на следующие вопросы: согласны ли вы с найденными утверждениями? Какие факты подтверждают или опровергают их?

• дайте ответ, наиболее точно соответствующий вашим собственным позициям по отношению к данной информации. Обоснуйте свой выбор;

• изложите ход ваших рассуждений.

## *Практическое занятие № 4*

## *«Своя игра»*

***Цели занятия:***

• проверить, закрепить и обобщить знания по пройденному материалу;

• развивать память, логическое мышление, умение работать сообща;

• формировать познавательные интересы, навыки коллективной и самостоятельной работы.

***Форма занятия:*** имитационная игра-соревнование.

***Оборудование:*** презентация, секундомер, колокольчики.

### *Подготовительный этап занятия*

Ключевым элементом интеллектуальной игры является презентация, которая содержит в себе разноуровневые вопросы.

### *Ход занятия*

Деление на команды: «Зеленые», «Желтые», «Красные», путем проведения лотереи.

На столе у учителя разложены маленькие листочки, свернутые в трубочки. На каждом из них записаны названия команд: «Зеленые», «Желтые», «Красные» – в равных количествах. Каждый ученик берет по одному листочку, который определит его участие в команде.

В центре каждого игрового стола расположен флажок зеленого, желтого или красного цвета. Участники занимают свои игровые места в соответствии с итогами лотереи. Выбирают капитана своей команды.

Начинается «Своя игра» (Презентация), в ходе которой дети отвечают на поставленные вопросы (Приложение 1 к практическому занятию №4).

### *Правила игры:*

• В каждом раунде участвуют все команды.

• Зрители не подсказывают ответы, иначе вопрос будет снят.

• На обдумывание каждого вопроса дается не больше 30 секунд.

• Ответ принимается от команды, которая первой дала звуковой сигнал.

• Команда, правильно ответившая на вопрос, получает количество баллов, равное стоимости вопроса, а в случае неправильного ответа – баллы снимаются в размере стоимости вопроса.

Баллы, заработанные командой во время игры, учитель записывает на доске. По окончании игры подсчитываются набранные баллы и объявляется победитель.

Приложение 1

| Тема | Вопросы | Ответы | Баллы |
|---|---|---|---|
| Радиоактивность: понятие, история, применение | 1. Как называется явление самопроизвольного распада ядер атомов нестабильных химических элементов, сопровождающееся испусканием и распространением в пространстве энергии в виде волн или частиц? | Радиоактивность | 1 |
| | 2. Как называются радиоактивные атомы, ядра которых способны самопроизвольно распадаться? | Радионуклиды | 2 |
| | 3. В каком году было открыто явление радиоактивности? | В 1896 году | 3 |
| | 4. Как называется мера количества радиоактивного вещества, которая выражается числом распадов ядер в единицу времени? | Активность | 4 |
| | 5. Как называют величину, обратную постоянной радиоактивного распада? | Средняя продолжительность жизни ядра | 5 |
| Источники ионизирующего излучения | 1. На какие две группы делятся радионуклиды, формирующие радиационный фон? | Естественные и искусственные | 1 |
| | 2. Назовите типичный диапазон средних годовых доз, получаемых людьми во всем мире от естественного фонового излучения | 1-10 мЗв | 2 |
| | 3. Назовите благородный инертный газ, который в 7,5 раз тяжелее воздуха и радиоактивен | Радон | 3 |
| | 4. В каком году было проведено первое ядерное испытание? | В 1945 году | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 5. Сколько всего за период с 1945 г. по 1980 г. включительно в атмосфере было испытано ядерных устройств? | 423 | 5 |
| Виды ионизирующего излучения | 1. Как называется наименьшая неделимая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств? | Атом | 1 |
| | 2. Поток положительно заряженных частиц, состоящих из 2-х протонов и 2-х нейтронов | Альфа-излучение | 2 |
| | 3. Какие частицы не проходят через оконное стекло и металлические предметы толщиной несколько миллиметров? | Бета-частицы | 3 |
| | 4. Какое излучение имеет наибольшую проникающую способность? | Гамма-излучение | 4 |
| | 5. Слой бетона какой толщины ослабит в 2 раза гамма-излучение радиоактивного кобальта? | Слой бетона в 10 см | 5 |
| Внешнее и внутреннее облучение | 1. Как называется воздействие радиации на человека? | Облучение | 1 |
| | 2. Как называется количество переданной организму энергии? | Доза | 2 |
| | 3. Каким прибором производится контроль внешнего облучения? | Дозиметром | 3 |
| | 4. Назовите дозы, учитывающие способность различных видов излучений по-разному повреждать биологические ткани организма, и их радиационную чувствительность | Эквивалентная и эффективная дозы | 4 |
| | 5. Чему равен период полувыведения цезия-137? | 100-120 дней | 5 |
| Биологическое действие ионизирующего излучения | 1. Как называется чувствительность биологических объектов к действию ионизирующего излучения? | Радиочувствительность | 1 |
| | 2. В какой период клетки наиболее восприимчивы к действию излучения? | В период деления | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 3. Единицей измерения поглощенной дозы является | Грей | 3 |
| | 4. Какая доза облучения приводит к гибели организма? | 10 Грей | 4 |
| | 5. Сколько фаз можно выделить в реакции организма на облучение ? | 4 фазы | 5 |
| Радиация на службе человека | 1. Назовите метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта посредством просвечивания его в различных направлениях (так называемое «сканирующее просвечивание») | Томография | 1 |
| | 2. Назовите метод обнаружения дефектов структуры в промышленных изделиях, основанный на способности ионизирующего излучения неодинаково поглощаться в местах расположения дефектов и на участках с ненарушенной структурой | Радиационная дефектоскопия | 2 |
| | 3. Как называется выведение новых сортов растений с помощью ионизирующего излучения? | Радиоселекция | 3 |
| | 4. Назовите метод, с помощью которого изучают распределение элементов питания в растительных и животных организмах, а также влияние удобрений на развитие растений в зависимости от состава, формы и времени их внесения. | Метод «меченых» атомов | 4 |
| | 5. Под влиянием гамма-излучения каких радионуклидов увеличивается блеск алмазных кристаллов и они отчетливо выделяются на фоне пустой породы, что облегчает их извлечение? | Тулия и европия | 5 |

## *Практическое занятие № 5*

## *«Чернобыль – за секунды до катастрофы»*

***Цели занятия:***

• познакомить учащихся с дополнительными материалами об аварии на Чернобыльской АЭС;

• развивать мышление, формировать способность трезво оценивать сложившуюся экологическую обстановку;

• воспитывать чувство сострадания.

***Форма занятия:*** просмотр фильма.

***Оборудование:*** фильм, мультимедийный проектор.

### *Ход занятия:*

*Вводное слово учителя*

26 апреля 1986 г. – это трагическая дата в истории человечества, о которой люди будут вспоминать очень долго. Именно в этот день произошла крупнейшая экологическая катастрофа – взрыв на Чернобыльской АЭС. Последствия этого очевидны и еще долго будут напоминать о себе. Сегодня вы просмотрите фильм, в котором показано, как развивались события до и после катастрофы, услышите рассказы работников АЭС, очевидцев, а также мнения экспертов.

Просмотр фильма «Чернобыль – за секунды до катастрофы» производства компании National Geographic.

### *Обобщающее слово учителя.*

Чем больше во времени отдаляется от нас трагический день 26 апреля 1986 года, тем яснее становится понимание того, что день этот стал предупреждением человечеству и потребовал от него извлечения соответствующих уроков. Жизнь в гармонии с природой, духовное развитие, а также соответственное отношение к прогрессу и своей роли в нем, поможет человеку не только выжить, но и выйти на новый уровень развития.

## *Практическое занятие №6*
## *«Чернобыльские» мифы*

***Цели занятия:***

• закрепить ранее полученные знания, проанализировать наиболее распространенные и укоренившиеся в сознании мифы и стереотипы о чернобыльской катастрофе;

• развивать умение задавать вопросы, аргументировать свою точку зрения, оппонировать, перерабатывать информацию для изложения;

• воспитывать познавательную активность, интерес к данной теме и инициативу.

***Форма занятия:*** формализированная дискуссия.

***Оборудование:*** презентация, памятка участника дискуссии.

### *Подготовительный этап занятия*

Накануне сообщить учащимся тему занятия и вопросы для обсуждения. Попросить подготовиться к занятию: отобрать убедительные факты, доказывающие верность различных суждений о катастрофе на ЧАЭС, с указанием источников информации; сформулировать основные идеи, суждения по проблеме; продумать логику последовательного раскрытия своей позиции по рассматриваемому вопросу, наметить план выступления; проверить правильность логической аргументации.

Класс делится на четыре условные группы: сторонников (тех, кто поддерживает достоверность мифа), противников (тех, кто опровергает миф), интеграторов (тех, кто связывает различные моменты содержания дискуссии, подводит промежуточные и окончательные итоги), протоколистов (тех, кто фиксирует все, что относится к решению проблемы, наблюдает за обсуждением, оценивает каждого участника дискуссии). Всем учащимся раздается «Памятка для участника дискуссии» (Приложение 1 к практическому занятию №6).

### *Ход занятия:*

*Вводное слово учителя.*

С момента аварии на Чернобыльской АЭС прошло 30 лет. За этот период сделано многое, ничего не стоит на месте: радионуклиды распадаются, наука и технологии развиваются высокими темпами; современная постчернобыльская ситуация нормализуется, благодаря мероприятиям по улучшению обстановки

в пострадавших районах, существенной государственной и международной помощи. Но, несмотря на большой прогресс, которого добилась Республика Беларусь в данной области за этот промежуток времени, мышление и восприятие многих людей остается в плену «чернобыльской» мифологии и стереотипов, застряв в прошлом.

Времена меняются, но мифы существуют и будут существовать, особенно там, где есть пробел в понимании сущности тех или иных явлений. Так, в первые годы после аварии на ЧАЭС правительство допустило серьезную ошибку, засекречивая информацию о последствиях аварии, и населению ничего не оставалось, как руководствоваться некомпетентными слухами, чтобы заполнить информационный вакуум.

В результате в общественном сознании сформировался стереотип глобальных последствий Чернобыля. Стереотип – это прочно сложившийся, постоянный образец чего-либо, стандарт, закрепившийся в сознании. Стереотипы конкретны. Они влияют на принятие решения нередко вопреки логике. В зависимости от характера установки (позитивной или негативной) стереотипы подсказывают одни доводы и вытесняют другие, противоположные первым. То, что люди попадают в зависимость от стереотипов, является важным источником проблем. Стереотипы могут господствовать в ожиданиях и игнорировать или подавлять свидетельства их ошибочности или неадекватности в том или ином конкретном случае.

**Темы для нашей сегодняшней дискуссии:**

- Мифы об опасности проживания на территории радиоактивного загрязнения для здоровья человека.
- Мифы о радиологическом качестве продуктов, произведенных на загрязненных территориях.
- Мифы, формирующие искаженное представление о загрязненных радионуклидами территориях.
- Мифы о современной жизни и работе на пострадавших территориях.

***Ход дискуссии:***

В рамках обсуждения каждой темы развенчиваются относящиеся к ней мифы.

**1 тема:**

«Авария на ЧАЭС оказала катастрофическое влияние на здоровье десятков и сотен тысяч людей».

«Алкоголь защищает от радиации».

**2 тема:**

«Грязная территория – грязная продукция».

«Даже минимальное содержание радионуклидов в организме человека представляет серьезную опасность для здоровья».

**3 тема:**

«Природа пострадала от аварии еще больше, чем человек».

«Нельзя возвращать загрязненные радионуклидами земли в сельскохозяйственный оборот».

**4 тема:**

«Там живут одни старики».

«Там нет досуга».

По каждому вопросу по очереди высказываются «сторонники», «противники» и «интеграторы». В конце каждой темы слово получают «протоколисты», кратко отмечая важные моменты, возникшие в ходе дискуссии. После обсуждения всех тем заслушиваются мнения учащихся по итогам дискуссии.

***Обобщающее слово учителя.***

Интенсивное развитие научного знания в современном мире открывает перед человечеством множество возможностей. Однако в огромном потоке информации, который обрушивается на людей, научные факты смешиваются с мифами, стереотипами. Становится трудно определить, где просто слухи, а где достоверное знание. Сегодня, «благодаря» интернету, социальным сетям, каждый может стать автором сенсации, выступить «экспертом» в сложном вопросе, не неся ответственности за то, что написано. Так генерируются современные мифы. В сложившихся условиях важно помнить, что у вас всегда есть выбор, кому и чему доверять, и мы призываем делать его обдуманно. Ведь преодоление мифов и стереотипов, не соответствующих реальности, является важным условием динамичного развития реабилитируемых районов, формирования в обществе объективной картины развития постчернобыльской ситуации в современной Беларуси.

Приложение 1

***Памятка для участника дискуссии***

*Во время дискуссии вести себя спокойно и достойно:*

говорить убедительно, не давать перебивать репликами выступление, не горячиться;

объективно анализировать замечания оппонентов: или приводить новые аргументы в поддержку своей точки зрения, или при-

знать правоту аргументов оппонента, или предложить считать этот вопрос спорным, подлежащим дополнительному изучению.

*В процессе дискуссии* внимательно, терпеливо, до конца выслушивать мнение оппонента. Необходимо постараться понять и проанализировать позицию другого человека: задавать выступающим вопросы с целью полного выяснения непонятных моментов в их высказываниях (об источниках информации, о достоверности приводимых фактов, о правильности логической аргументации и т.п.); не принимать ничего на веру без обоснования.

*При выступлении с критикой позиции* оппонентов необходимо избегать оценок их личных качеств, а также обязательно указать на те идеи противника, которые кажутся верными, отметить те из его доказательств, которые звучали убедительно, а затем мягко и корректно изложить замечания и контраргументы. Следует избегать категоричности как в суждениях, так и в оценках оппонентов.

## *Практическое занятие № 7*

## *Питание в условиях проживания на загрязненных радионуклидами территориях*

***Цели занятия:***

• обобщить и систематизировать знания учащихся о здоровом питании;

• развивать навыки общения и умение отстаивать свою точку зрения;

• воспитывать интерес к здоровому питанию, стремление использовать полученные знания в повседневной жизни.

***Форма занятия:*** интегрированное занятие.

***Оборудование:*** блюда, презентации.

***Подготовительный этап занятия***

Для подготовки к занятию класс необходимо поделить на группы. Каждая группа должна приготовить блюдо, соответствующее принципам здорового питания, оформить его рецепт и сделать его мини-презентацию (из каких ингредиентов состоит блюдо, есть ли в нем витамины, минералы, чем оно еще полезно).

***Ход занятия:***

Каждая группа представляет свое блюдо (из каких ингредиентов оно состоит и в чем его полезность), делится рецептом приготовления, предлагает всем участникам продегустировать блюдо.

Затем учитель предлагает участникам обсудить следующие вопросы:

Как приготовить мясо, чтобы уменьшить содержание радионуклидов в готовом блюде?

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

Как правильно приготовить грибы, чтобы уменьшить в них содержание радионуклидов?

Пользуетесь ли вы рекомендациями по уменьшению содержания радионуклидов в продуктах?

***Обобщающее слово учителя.***

Не пренебрегайте возможностью проверить ваши продукты и корма для животных на возможное содержание радионуклидов. Это можно сделать в пунктах радиологического контроля. Не пренебрегайте советами по снижению содержания радионуклидов в продуктах питания.

## *Практическое занятие №8*

## *«Своя игра»*

***Цели занятия:***

• проверить, закрепить и обобщить знания по пройденному материалу;

• развивать память, логическое мышление;

• содействовать повышению уровня мотивации на уроках.

**Оборудование**: презентация, секундомер, колокольчики.

**Форма занятия:** имитационная игра-соревнование.

***Подготовительный этап занятия***

Ключевым элементом интеллектуальной игры является презентация, которая содержит в себе разноуровневые вопросы.

***Ход занятия***

Деление на команды: «Зеленые», «Желтые», «Красные», путем проведения лотереи.

На столе у учителя разложены маленькие листочки, свернутые в трубочки. На каждом из них записаны названия команд: «Зеленые», «Желтые», «Красные» – в равных количествах. Каждый ученик берет по одному листочку, который определит его участие в команде.

В центре каждого игрового стола расположен флажок зеленого, желтого или красного цвета. Участники занимают свои игровые места в соответствии с итогами лотереи. Выбирают капитана своей команды.

Начинается «Своя игра» (Презентация), в ходе которой дети отвечают на поставленные вопросы (Приложение 1 к практическому занятию №8).

***Правила игры:***

• В каждом раунде участвуют все команды.

• Зрители не подсказывают ответы, иначе вопрос будет снят.

• На обдумывание каждого вопроса дается не больше 30 секунд.

• Ответ принимается от команды, которая первой подала звуковой сигнал.

• Команда, правильно ответившая на вопрос, получает количество баллов, равное стоимости вопроса, а в случае неправильного ответа – баллы снимаются в размере стоимости вопроса.

Баллы, заработанные командой во время игры, учитель записывает на доске. По окончании игры подсчитываются набранные баллы, и объявляется победитель.

Приложение 1

| Тема | Вопросы | Ответы | Баллы |
|---|---|---|---|
| Льготы и кредиты для жителей загрязненных территорий | 1. Куда нужно падать заявление для принятия на учет нуждающихся в получении льготных кредитов? | В райисполком | 1 |
| | 2. На какой срок предоставляется льготный кредит на капитальный ремонт, реконструкцию жилищных помещений, строительство инженерных сетей, возведение хозяйственных помещений и построек? | Не более 10 лет | 2 |
| | 3. В течение какого времени молодому специалисту предоставляются льготные кредиты после окончания обучения? | В течение 2 лет | 3 |
| | 4. Какой документ подтверждает право гражданина на пользование льготами и кредитами? | Удостоверение пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС, других радиационных аварий | 4 |
| | 5. В каком виде осуществляется государственная адресная социальная помощь? | В виде ежемесячного или единовременного социальных пособий | 5 |
| Нормативно-правовые документы | 1. Устанавливается ли допустимое значение эффективной дозы от природных (естественных) радионуклидов? | Не устанавливается | 1 |
| | 2. Сколько существует принципов обеспечения радиационной безопасности? | 3(нормирования, обоснования, оптимизации) | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 3. При каком превышении средней годовой эффективной дозы облучения населения над уровнем естественного и техногенного радиационного фона проводятся защитные мероприятия? | 1 мЗв | 3 |
| | 4. Сколько существует зон радиоактивного загрязнения? | 5 (зона эвакуации (отчуждения), зона первоочередного отселения, зона последующего отселения, зона с правом на отселение, зона проживания с периодическим радиационным контролем) | 4 |
| | 5. Допускается ли пребывание людей на территории зоны эвакуации (отчуждения) без специального разрешения? | Не разрешается | 5 |
| Дары леса | 1. Чему равен допустимый уровень содержания радиоактивного цезия для свежесобранных грибов? | 370 Бк/кг | 1 |
| | 2. Разрешается ли заготовка бересты в зонах радиоактивного загрязнения? | Запрещается | 2 |
| | 3.На сколько групп подразделяются грибы по способности накапливать радиоактивный цезий? | 4 (аккумуляторы, сильнонакапливающие, средненакапливающие, слабонакапливающие) | 3 |
| | 4. Во сколько раз снятие коры уменьшает содержание радиоцезия в дровах? | До 2 раз | 4 |
| | 5. Чему равен установленный допустимый уровень содержания радиоактивного цезия для свежих ягод? | 185 Бк/кг | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Последствия аварии на ЧАЭС | 1. В каком году произошла авария на Чернобыльской АЭС? | В 1986 году | 1 |
| | 2. Чему равен период полураспада радиоактивного йода? * Назовите первоочередное мероприятие после оповещения населения об угрозе или о начале радиоактивного загрязнения? | 8 дней * йодная профилактика | 2 |
| | 3. Какое количество районов Беларуси относится к наиболее пострадавшим от чернобыльской катастрофы? | 21 | 3 |
| | 4. Какая часть лесного фонда Беларуси подверглась загрязнению в результате аварии на ЧАЭС? | Около четверти лесного фонда | 4 |
| | 5. В чем выразились основные медицинские последствия аварии? | В росте числа заболеваний раком щитовидной железы | 5 |
| Пути поступления радионуклидов в организм человека | 1. Назовите пищевые цепочки поступления радионуклидов в организм человека | • Почва – растение – человек<br>• Почва – растение – животное – молоко – человек<br>• Почва – растение – животное – мясо – человек | 1 |
| | 2. Уменьшается ли содержание радионуклидов при жарке мяса? | Не уменьшается | 2 |
| | 3. Как уменьшить поступление радионуклидов в организм человека с молочной продукцией? | Перерабатывать молоко на жирные молочные продукты (сметана, масло). Готовить творог и сыры. Полностью исключить из употребления молочную сыворотку. | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 4. Каким элементом должна быть богата пища, чтобы способствовать выведению радиоактивного цезия из организма? | Калием | 4 |
| | 5. Можно ли употреблять в пищу молочную сыворотку, полученную после переработки молока, содержащего радионуклиды? | Нельзя | 5 |
| Способность радионуклидов накапливаться в органах и тканях | 1. В мясе какого животного содержание радионуклидов значительно меньше в сравнении с другими: в баранине, в птице, в свинине, в говядине? | В свинине | 1 |
| | 2. Где преимущественно накапливается радиоактивный цезий в организме? | В мышцах | 2 |
| | 3. Где преимущественно накапливается радиоактивный стронций в организме? | В костях | 3 |
| | 4. Что лучше накапливает радиоактивный цезий, почки или мышцы? | В почках | 4 |
| | 5. Какой элемент является химическим аналогом радиоактивного цезия? | Калий | 5 |

## Список используемой литературы:


1. Практические рекомендации «Совершенствование информационных технологий по работе с населением радиоактивно загрязненных территорий». – Обнинск : ОНИЦ «Прогноз», 2005. – 88 с.

2. Основы радиоэкологии и безопасной жизнедеятельности: пособие для учителей общеобразоват. учреждений / Г.А. Соколик [и др.]; под общ. ред. Т. Н. Ковалевой, Г. А. Соколик, С. В. Овсянниковой. – Минск : Тонпик, 2008. – 366 с.

3. Радиационная безопасность: Учеб. пособие / Г.А. Чернуха, Н. В. Лазаревич, Т. В. Лаломова. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – 176 с.

4. Старков В. Д., Мигунов В. И. Радиационная экология. Тюмень : ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. – 304 с.

5. Василенко О. И. Радиационная экология. – Москва : Медицина, 2004. – 216 с.

6. Белов, А. Д. Киршин, В. А. Лысенко, Н. П. Пак, В. В. Радиобиология. – Москва : Колос, 1999. – 384 с.

7. Радиационный контроль: физические основы и приборная база: метод. пособие / В. Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2010. – 166с.: ил.

8. Введение в атомную энергетику. Чернобыльская авария и ее последствия / В. Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2013.

9. Руководство по работе с приборами радиационного контроля / В. Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2014.

10. Израэль, Ю. А. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред. – Л. : Гидрометеоиздат, 1990. – 269 с.

11. Анненков, Б. Н. Юдинцева, Е. В. Основы сельскохозяйственной радиологии. – Москва : Агропромиздат, 1991. –287 с.

12. Экологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы для животноводства и пути их преодоления / Под ред. Р. Г. Ильязова.– Казань : «Фэн», 2002. – 330 с.

13. Экологические, медико-биологические и социально-экономические последствия катастрофы на ЧАЭС в Беларуси / Под ред. Е. Ф. Конопли, И. В. Ролевича. – Минск, 1996. – 280 с.

14. Дозы внешнего облучения диких животных в 30-километровой зоне Чернобыльской АЭС / В. Г. Барьяхтар, А. А. Бугай, Н. П. аран и др. // Докл. АН Украины. – 1994. – №12. – С.149-152.

15. Лес, человек, Чернобыль. Под редакцией Ипатьева В. А. – Гомель, 1999.

16. Матвиенко, И. И. Герменчук, М. Г. Жукова, О. М. и др. Данные о плотности загрязнения почвы Cs-137 на территории населенных пунктов республики Беларусь по состоянию на апрель 1994г. – Минск,1994.

17. Закон Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» от 12 ноября 1991 г. № 1227-XII (Ведамасці Вярхоўнага Савета Рэспублікі Беларусь, 1991 г., № 35, ст. 622; Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 1999 г., № 37, 2/33).

18. Кенигсберг, Я. Э. Крюк, Ю. Е. Облучение щитовидной железы жителей Беларуси вследствие чернобыльской аварии: дозы и эффекты. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2004. – 122 с.

19. Сборник информационно-аналитических материалов о создании элементов системы мер адресной специализированной медицинской помощи гражданам России и Беларуси, пострадавшим вследствие чернобыльской катастрофы, с учетом данных Единого чернобыльского регистра // Под ред. А. В. Рожко. – Минск : БОРБИЦ РНИУП «Институт радиологии», 2010. – 42 с.

20. Кенигсберг, Я. Э. Крюк, Ю. Е. Оценка предотвращенного ущерба при ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь. Радиация и Риск, Москва–Обнинск, т. 16, №2–4, 2007, с.27–32.

21. БЕЛАРУСЬ: Обзор последствий аварии на ЧАЭС и программ по их преодолению. Отчет Всемирного банка № 23883-BY. – 2002. – 142 с.

22. Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины. Чернобыльский Форум: 2003–2005. – 2-е, испр. изд. – МАГАТЭ, Австрия, 2006. – 58 с.

23. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия–Беларусь) // Под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. – Москва–Минск: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2009. – 140 с.

24. Закон Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС» от 22 февраля 1991 г. № 634-XII (Ведомости Верховного Совета Белорусской ССР,1991 г., № 10(12), ст.111).

25. Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасно-

сти населения» от 5 января 1998 г. № 122-З (Ведамасці Нацыянальнага сходу Рэспублікі Беларусь, 1998 г., № 5, ст. 25).

26. Закон Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий» от 6 января 2009 г. № 9-З (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2009 г., № 17, 2/1561).

27. Ильин, Л. А. Кириллов, В. Ф. Коренков, И. П. Радиационная гигиена: Учебник. – М. : Медицина, 1999. – 384 с.

28. Юдинцева, Е. В. Гулякин, И. В. Агрохимия радиоактивных изотопов цезия и стронция. – Минск : Атомиздат. – 321 с.

29. Агеец, В. Ю. Система радиологических контрмер в агросфере Беларуси. – Минск, 2001. – 250 с.

30. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь. – Минск, 2003. – 84 с.

31. Основы безопасности жизнедеятельности. 8 кл. : учебник для общеобразоват. учреждений / С. Н. Вангородский, М. И. Кузнецов, В. Н. Латчук, В. В. Марков. – 5-е изд., перераб. – М. : Дрофа, 2005. – 254, [2] с. : ил.

32. 20 лет после чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление. Национальный доклад // Под ред. В. Е. Шевчука, В. Л. Гурачевского. – Минск : Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь. 2006. – 112 с.

33. Памятка для населения, проживающего на территории, загрязненной радиоактивными веществами: Метод, рекомендации / МЧС. – Минск, 1997. – 24 с.

34. Стожаров, А. Н. Сычик, С. И. Синякова, О. К. Квиткевич, Л. А. Смелянская, Г. Н. Аветисов, А. Р. Принципы снижения дозовых нагрузок на население при проживании на загрязненных радионуклидами территориях. – Медицинские новости, 2001. – № .С.26-29

35. Рекомендации для населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях Брестской области / ГУ «БОЦГЭиОЗ». – Брест., 2004. – 20 с.

36. Реабилитация в оздоровительных учреждениях Республики Беларусь детей и подростков, проживающих в условиях экологического неблагополучия: Метод, рекомендации / НИИ РМ. – Минск, 1994. – 43с.

37. Нереальный мир. Чернобыльские мифы / Н. Я. Борисевич

[ и др.]; науч. ред. Н.Н. Цыбулько, И.Н. Семененя. – Минск : Институт радиологии, 2012. – 52 с.

38. Рекомендации по проведению информационной работы по чернобыльской тематике на базе местных информационных структур / О. В. Соболев [ и др.]; науч. ред. Н. Н. Цыбулько, И. Н. Семененя, В. Л. Гурачевский, Н. Н. Тушин – Минск : Институт радиологии, 2012. – 112 с.

39. Особенности проживания на загрязненных радионуклидами территориях / Л. В. Жуковская, А.С. Судас, Д. М. Михнюк, И. А. Макаревич, Е. И. Доморацкая / Под ред. А. А. Зайцева. Пинск, 2009. – 46 с.

40. Экскурсия в возрождение: альбом о брендах экономики возрождающихся после чернобыльской катастрофы районов Республики Беларусь / З. И. Трафимчик [и др.]. – Минск : Институт радиологии, 2012.

41. Борисевич, Н. Я. Безопасность после Чернобыля : пособие для учителей общеобразовательных учреждений / Н. Я. Борисевич. – Минск : Институт радиологии, 2015. – 112 с. : ил.

| Очередность проведения занятий | Стр. |
|---|---|
| Урок 1. Радиоактивность: понятие, история, применение | 7 |
| Урок 2. Источники ионизирующего излучения | 18 |
| Практическое занятие 1. Измерение уровня радиационного фона | 202 |
| Урок 3. Виды ионизирующего излучения | 29 |
| Урок 4. Внешнее и внутреннее облучение. Дозы ионизирующего излучения и приборы их контроля. | 37 |
| Практическое занятие 2. Внешнее и внутренне облучение | 204 |
| Урок 5. Биологическое действие ионизирующих излучений | 50 |
| Урок 6. Радиация на службе человека | 62 |
| Практическое занятие 3. Получение атомной энергии | 211 |
| Урок 7. Радиационная авария. Принципы защиты от ионизирующего излучения | 73 |
| Урок 8. Правила безопасного поведения при радиационных авариях | 83 |
| Практическое занятие 4. «Своя игра» | 214 |
| Урок 9. Катастрофа на Чернобыльской АЭС. Загрязнение радионуклидами территории Республики Беларусь | 93 |
| Урок 10. Загрязнение биосферы радионуклидами чернобыльского выброса | 107 |
| Практическое занятие 5. «Чернобыль – за секунды до катастрофы» | 218 |
| Урок 11. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС. | 120 |
| Урок 12. Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Часть 1. | 131 |

| | |
|---|---|
| Урок 13. Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Часть 2. | 142 |
| Урок 14. Чернобыльские мифы и их опровержения | 152 |
| Практическое занятие 6. «Чернобыльские» мифы | 219 |
| Урок 15. Здоровый образ жизни | 161 |
| Урок 16. Рекомендации по обработке и употреблению продуктов питания для населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях | 176 |
| Практическое занятие 7. Питание в условиях проживания на загрязненных радионуклидами территориях | 223 |
| Урок 17. Рекомендации для населения, проживающего на радиоактивно загрязненных территориях | 189 |
| Практическое занятие 8. «Своя игра» | 224 |

Производственно-практическое издание

Рекомендации по организации деятельности
информационно-методических кабинетов
по радиационной безопасности

Ответственный за выпуск А. Н. Гурина

Компьютерная верстка и дизайн О. В. Тарасенко
Редактор А. С. Чаранкова

Подписано в печать 15.04.2016. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Century Schoolbook.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 13,72. Уч.-изд. 9,2 л.
Тираж 300 экз. Заказ 1510.

Издатель РНИУП «Институт радиологии»
МЧС Республики Беларусь.
ЛИ № 02330/0552829 от 25.03.10.
Ул. Шпилевского, 59, помещ. 7Н, 220112, г. Минск.

Юридический адрес РНИУП «Институт радиологии»
ул. Федюнинского, 16, 246000, г. Гомель.

Отпечатано в БОРБИЦ
РНИУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь.
Ул. Шпилевского, 59, помещ. 7Н, 220112, г. Минск.