

**Тема урока: БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ  
РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ.**

**Цели урока:**

1. **Образовательная.** Проанализировать доступную информацию о биологическом действии радиоактивных излучений, степени их опасности для живых организмов. Защита от радиоактивных излучений.
2. **Развивающая.** Развитие мышления (умение выделять главное в большом объеме информации).
3. **Воспитательная.** Формирование материалистического мировоззрения, развитие познавательного интереса.

**Тип урока.** Урок сообщения новых знаний.

**Вид урока.** Урок-конференция.

**Оборудование.** Таблицы, фрагменты видеофильмов, дозиметр.

**ПЛАН УРОКА.**

**1. Организационный момент.**

**2. Изучение нового материала.**

- Вступление (тема, цель конференции).
- Установление биологического действия проникающего излучения (физик).
- Действие радиоактивных веществ на клетку (биолог).
- Проблема на уровне молекул и атомов (химик).
- Экологические последствия радиоактивного заражения местности (эколог).
- Особенности Чернобыльской катастрофы (радиобиолог).
- Лучевая болезнь и ее лечение (медик).
- Захоронение радиоактивных отходов (энергетик).

**3. Закрепление нового материала.**

**Ответы на вопросы:**

- Правда ли, что к малым дозам облучения можно привыкнуть?
- Является ли алкоголь радиопротектором?

- Радиоактивные осадки проникли вглубь почвы. Можно ли земле вернуть былое плодородие? Не будут ли опасны для людей, выращенные на таких землях растения?
- В каких морях производят захоронения радиоактивных отходов?
- Где хранят контейнеры с радиоактивными отходами?
- Как вы считаете, существуют экологически чистые радиоактивные источники?
- В каких городах существуют радиоактивные могильники?
- Есть ли радиоактивные загрязнения почвы в городе Новокузнецке?
- Проводится ли в городе анализ продуктов, воды, воздуха и т.д. на радиоактивное заражение?
- Что такое радоновая опасность?

#### 4. Подведение итогов. Домашнее задание.

### ВСТУПЛЕНИЕ

**Учитель:** Сегодня тема конференции посвящена проблеме биологического действия радиоактивных излучений, загрязнению окружающей среды. Это проблема глобальная, т.к. человек сам создает условия, непригодные для существования человеческой цивилизации. На конференции мы должны проанализировать доступную информацию о биологическом действии радиоактивных излучений, степень их опасности для живых организмов.

Радиоактивные излучения сопутствуют человечеству на протяжении всей его истории. В течении нескольких миллионов лет радиоактивный фон был относительно постоянным, до открытия искусственной радиоактивности, создания ядерного оружия и строительства АЭС.

Перед нами выступают представители различных областей науки, вы внимательно выслушаете их и каждый из вас должен ответить на вопрос?

**Как воздействуют радиоактивные излучения на живые организмы:**

1. **соматическое действие;**
2. **генетическое действие.**

Прошу докладчиков занять свои места. Слово предоставляется физику.

### ФИЗИК.

Биологическое действие радиоактивных излучений было установлено не сразу. Беккерель, открывший радиоактивность в 1896 году даже не подозревал о биологическом действии этого вида излучений. В 1898 году Мария Складовская – Кюри и Пьер Кюри открыли радий и Беккерель взял несколько миллиграмм в стеклянную пробирку для исследования, положив в нагрудный карман. Через некоторое время на теле напротив кармана образовалась болезненная незаживающая язва. Он был вынужден обратиться к врачу, язву залечили, но через некоторое время она открылась вновь.

У всех ученых, работавших с радиоактивными элементами, руки были покрыты незаживающими язвами.

Прежде чем было установлено биологическое действие проникающего излучения, наука понесла невосполнимые утраты. От лучевой болезни умирают Мария и Пьер Кюри, Ирен и Фредерик Кюри и В. Курчатов.

На сегодняшний день наука установила достаточно фактов в этой области. Но до конца механизм воздействия проникающего излучения на клетку не установлен.

Воздействие излучения на живые организмы характеризуется дозой излучения. Естественный фон радиации (космические лучи, радиоактивное окружение среды) составляют за год  $2 \cdot 10^{-3}$  Гр на человека (1 Гр=1Дж/кг). Доза излучения 3-10 Гр, полученная за короткое время смертельна.

При работе с любым источником радиации (радиоактивные изотопы, реакторы и т.д.) необходимо принимать меры по радиоактивной защите. Самый простой метод – удаление от источника излучения на достаточно большое расстояние. Ампулы с радиоактивными препаратами не следует брать руками, надо пользоваться специальными щипцами с длинной ручкой. Если удаление от источника невозможно, то необходима защита из поглощающих материалов.

У нас в городе радиоактивных производств нет. Имеются радиоактивные источники на металлургических комбинатах – золомеры (в свинцовой защите).

В 1991 году была проведена аэрогаммасъемка города Новокузнецка. Было обнаружено три аномалии: КМК, Запсиб – повышенная радиоактивность металлолома. У сантехлита и ферросплавном заводах тоже повышенная радиоактивность металлолома. Было проведено захоронение, обнаруженных радиоактивных источников.

Но мы сегодня собрались рассмотреть вопрос не только защиты от проникающих излучений, но и обсудить проблему биологического действия этих излучений.

**Слово предоставляется биологу.**

### **БИОЛОГ.**

Радиоактивные излучения оказывают очень сильное воздействие на все живые организмы. Даже сравнительно слабые излучения, которые при полном поглощении повышают температуру тела лишь на  $0,001^{\circ}\text{C}$  нарушают жизнедеятельность клеток. Живая клетка способна продолжать нормальную деятельность даже при малых повреждениях ее участков. Между тем, даже слабые излучения способны нанести клеткам существенные повреждения и вызвать опасные заболевания (лучевая болезнь).

При большой интенсивности излучения живые организмы погибают. Радиационное облучение, приводящее к лучевой болезни, опасно прежде всего своей неосязаемостью, инстинкты наши в этом случае бессильны.

Действительно, услышав грохот обвала, мы можем спрятаться, увидев огонь – отбежать, облучение же на первых порах ничем себя не выдает. Цветущий,

здоровый человек не ведая, что подвергается облучению, лишь через несколько дней или недель оказывается вдруг тяжело больным.

Механизм гамма – лучей и поток нейтронов весьма своеобразен. Если посчитать энергию, которую получает организм в результате тех доз облучения, то он составит примерно 0,002 калории на грамм тела. Говоря другими словами этой энергии не хватает, чтобы поднять температуру тела даже на сотую долю градуса, а ведь именно с повышением температуры связано у нас обычно понятие болезни.

И все-таки человек страдает. Наиболее чувствительны к излучению ядра особенно тех клеток, которые быстро делятся. Поэтому в первую очередь поражается костный мозг, из-за чего нарушается процесс образования крови. Далее наступает поражение клеток пищеварительного тракта и других органов.

Сильное влияние оказывает облучение на наследственность, поражая гены в хромосомах. В 100% это влияние является неблагоприятным.

## **КИНОФРАГМЕНТ**

Облучение живых организмов может оказать и определенную пользу. Быстроразмножающиеся клетки в злокачественных (раковых) опухолях более чувствительны, чем нормальные. На этом основано подавление раковых опухолей гамма-лучами радиоактивных препаратов, которые для этой цели более эффективны, чем рентгеновские лучи.

## **ХИМИК**

Мы тоже занимались этой проблемой и пришли к выводу, что разгадку нужно искать на уровне молекул и атомов. Излучение является своеобразным детонатором, который запускает реакцию. Представьте себе, что в организме идет какая-то работа. Например, усвоение питательных веществ. Поступившая пища разлагается на всё более простые соединения, которые затем в строго определенных количествах поступают через мембрану внутрь каждой клетки и будут использованы ею как строительный материал для возведения себе подобных, для возмещения энергетических затрат по транспортировке веществ и их переделке. И вдруг на мембрану обрушивается, образно говоря, снаряд частиц гамма-лучей. Тот час нарушаются молекулярные связи с атомных орбит срываются электроны, атомы превращаются в ионы, сквозь разрушенную мембрану в клетку начинают поступать посторонние вещества, работа нарушается.

Все это ещё полбеды, когда обстрел неинтенсивный и количество гамма-частиц или нейтронов мало. Выбитые электроны через некоторое время рекомбинируют, т.е. вернуться на свои места, молекулярные связи восстановятся, клетка произведет текущий ремонт, или в крайнем случае её функции смогут взять на себя соседние, не поврежденные клетки. Иное дело, если «обстрел» интенсивен, удары сильны и часты. Тогда электроны рекомбинировать уже не успевают, молекулярные связи не восстанавливаются, выходят из строя сразу большое

количество клеток. Работа органов разлагается. Нормальная жизнедеятельность организма становится невозможной.

## РАДИОБИОЛОГ

Воздействие радиации на живое очень индивидуально. И дело не только в дозах, которые получают люди и животные. Одна и та же доза радиации, поступившая в организм с различными изотопами, по-разному действует на живое: может поразить мембрану, ядро или цитоплазму, к тому же по-разному воздействует она и на различные органы. Наибольшую опасность представляет поражение ядра, в нем находится генетический материал клетки.

Много данных получено из изданий об аварии на Чернобыльской АЭС. Выброс радиоактивных веществ из разрушенного блока происходило, по крайней мере, в течении 10 дней. Радиоактивное загрязнение охватило значительные сельскохозяйственные территории с различными культурами, которые по-разному отзываются на загрязнения.

Ситуация осложнена тем, что авария не имеет аналогов в мировой практике. В воздух было выброшено около 450 типов радионуклидов. Из них львиная доля приходится на короткоживущий изотоп йод-131, он давал до 90 % радиоактивности в первые дни. Постепенно, с прекращением выбросов, радиоактивность падала, вымирали короткоживущие изотопы. На смену выступали долгоживущие: рутений, радий и другие, на первом месте оказались цезий-137 и стронций-90. Кроме того обнаружались трансурановые элементы: плутоний, америций.

Поскольку катастрофа носила своеобразный характер, горе графит, очень сильно повышалась температура, то и физико-химическое состояние отброшенных радионуклидов оказалось необычным.

Что за частицы с новыми свойствами?

Прежде всего следует назвать оксиды и карбиды некоторых редких металлов. Они плохо смываются водой с поверхности растений и почв. Растения их поглотить не могут, и эти частицы становятся вечными странниками. Их подхватывает ветер и переносит с места на место. Все это создало ранее не встречавшиеся типы загрязнений.

Таким образом, Чернобыльская авария не была похожа ни на одну из подобных аварий в мире не только по масштабу, но и по количеству загрязнений территории. Все это вместе создает очень большие трудности для анализа последствий катастрофы, на сколько она опасна для здоровья не только нашего, но и будущего поколения.

Есть ли та доза за которой излучение якобы уже не наносит живому ущерба. Часть радиобиологов считает, что есть, другие, что самое малое облучение таит в себе опасность.

Специалисты очень мало знакомы с принципами устройства радиационной защиты организма. Здесь кроме того нужно учесть и состояние кислородного обмена организма, степень его усталости, насыщенности ткани витаминами и т.д.

## КИНОФРАГМЕНТ ЭКОЛОГ

Получены новые данные, которые позволяют предвидеть некоторые возможные экологические последствия радиоактивного заражения местности после аварии на Чернобыльской АЭС. Радиация чаще всего повреждает ДНК. Но в Чернобыльской трагедии как ни странно выступают процессы, не связанные с образованием опухолей, нарушение эндокринного баланса. В результате этих поражений развиваются некоторые «обычные» заболевания.

В первое время после аварии в Киеве появилось большое количество дохлых мышей и крыс. Обстоятельства удивительные, так как известно, что на атоме Бикини после взрыва крысы чувствовали себя неплохо. В Киеве же не было столь высокой радиоактивности, которая привела бы к смерти этих животных. Что же было? Оказалось, что смерть животных не связана напрямую с радиоактивностью. Во время аварии были выбросы радиоактивного йода, который накапливался в щитовидной железе, вызывая изменения в ее работе. Это влияло на гипофиз, который регулирует иммунную работу механизма. У животных ослабился иммунитет, и они погибли не от радиации, а от вспыхнувшей среди них эпидемии. Эпидемий среди людей не было, но все же отмечен некоторый рост заболеваемости. Ослабление иммунитета как косвенные следствия радиации отмечены у жителей Киева.

И есть еще один аспект. В 30- км зоне поставлен волей-неволей уникальный эксперимент. Ушел человек. Осталась затронутая присутствием человека природа. Как там поведут себя животные, целые экосистемы? Вдруг образовались стаи кур. Петухи почему-то стали образовывать новые семьи, выросла их агрессивность. Куры и петухи перестали бояться лис. Сформировались большие собачьи стаи, которые по своей структуре напоминают волчьи. Остались брошенными поля пшеницы, ячменя. Посевы включаются в естественные биосистемы и возникают новые невиданные сообщества. Возникают новые проблемы. В районе Чернобыля появилось огромное количество уток. Тут спокойно. Мало людей и много корма, но они аккумулируют радиоактивные вещества и улетают в разные места. И конечно, не хотелось бы, чтобы население ело радиоактивную дичь. Кажется пустяк, но в деле с радиацией пустяков нет. И эта проблема еще раз говорит, что нужны индивидуальные средства контроля.

Большая часть радиоактивных загрязнений сосредоточена в илах. Что произойдет в случае сильного паводка? Не повысится ли активность воды, не пострадает ли живность, населяющая реки? Если илы будут выброшены на поля – это будет катастрофа! Огромные массивы плодородной земли окажутся радиоактивными.

Отмечены мутации у растительности. Чернобыльские зоны: увеличение игл хвойных растений, у ели 5-6 см, листья клена размером с лопух, и т.д.

Эти факты уже говорят о нарушении наследственности.

## КИНОФРАГМЕНТ

## МЕДИК (радиопротекторы)

Вы уже слышали, что радиоактивное облучение ведет к лучевой болезни. Пострадавшим от лучевого поражения был назначен специальный курс лечения.

Суть его зависела от того, какие именно органы больше всего пострадали. Например, при поражении кроветворных клеток спинного мозга больным делали пересадку, возмещая потери здоровыми клетками, взятыми у доноров.

Назначаются также специальные лекарства, которые ускоряют изгнание радиоактивных веществ из организма. На то время пока организм находится под их влиянием, имеет смысл каким-то образом ускорить восстановление, рекомбинацию атомов.

С этой функцией успешно справляются вещества – радиопротекторы. Их молекулы имеют большое количество атомов, которые легко отдают часть своих электронов. Эти электроны и возмещают убыль, вызванную радиационным обстрелом. Время рекомбинации существенно сокращается, а значит, и ущерб организму в значительной мере уменьшается.

Не нужно думать, что радиопротекторы – это какие-то особые вещества. С их ролью, например, успешно справляются обыкновенные пищевые жиры. Так, что правильное питание может рассматриваться и как профилактическое средство против радиационной опасности.

В последующие годы получилось так, что биологи и медики, физики и химики стали исследовать каждые свои аспекты радиоактивности, но природа ведь неделима.

**Учитель:** Вы знаете, что мы живем в городе со сложной экологической обстановкой. Давайте послушаем информацию о радиоактивной ситуации города Новокузнецка.

## **ВСТУПЛЕНИЕ**

С источниками ионизирующей радиации в какой-то степени соприкасаются все люди, поскольку на земле, в воздухе и в самом теле человека содержится так называемые естественные радиоактивные вещества или возникает ионизация, вследствие приходящего на землю галактического космического излучения.

Определяющим для биологического действия на человека является гамма-излучение, интенсивность которого колеблется в 2-3 раз (в зависимости от расстояния над поверхностью моря) и в пределах 10-14% в различных географических районах.

В среднем общая доза, приходящая на тело человека, составляет величину 28 миллибар (сотых долей биологического эквивалента рентгена)

К внутренним источникам излучения относятся радиоизотопы, которые поступают в организм человека с вдыхаемым воздухом, водой и пищевыми

продуктами и содержатся в теле человека. До проведения первых систематических испытаний ядерного оружия спектр этих изотопов был невелик и ограничивался радием (включая продукты его распада),  $K40$ ,  $C14$ ,  $Th232$ . Количество радиоактивности увеличилось в связи с обогащением окружающей среды искусственными радиоактивными изотопами, особенно после выпадения осадков атомных взрывов.

## ПО ГОРОДУ НОВОКУЗНЕЦКУ

В городе систематически проводятся наблюдения за содержанием радиоактивных веществ в атмосферных осадках, воде, почве и пищевых продуктах. Также для своевременного обнаружения повышенных уровней свежих радиоактивных выпадений радиологической лабораторией и гор СЭС осуществляется ежедневный контроль экспозиционной мощности гамма излучения. Проводится контроль атмосферных выпадений. Их сбор осуществляется седиментационным методом в кузнецком районе. Для сбора осадков используют специальные кюветы, экспонируемые в течение 7 суток. Затем в лабораторных условиях радиометрическими и радиохимическими методами определяется суммарное содержание  $\beta$  - радиоактивных веществ в собранной пробе, идентифицируются отдельные долгоживущие изотопы стронция - 90 и цезия - 137.

Пищевые продукты в городе подвергаются постоянному лабораторному радиометрическому и радиохимическому анализу. Основной целью контроля за продуктами питания является определение количества радиоактивных изотопов, поступающих в организм человека с пищевым рационом, а также установление значений отдельных видов и партий продуктов как источников поступления радиоактивных веществ. Результаты исследований, усредненных за календарный год, начиная с 1985 г. представлены в виде графиков и диаграмм.

Видны два максимума ( $\beta$  - активности, а также два максимума содержания цезия - 137 в продуктах питания. 1) середина 80-х (1986 г.) - Чернобыльская авария. 2) конец 90-х (1996-97) использование на с/х предприятиях г. Новокузнецка кормов, пищевых добавок, привезенных из других районов, где радиационный фон несколько выше, чем в Кузбассе. Анализ продуктов показал, что содержание радионуклидов в продуктах на несколько порядков ниже допустимых норм.

Радиационная характеристика почв (грунта) оценивалась по урану, торию, калию. Загрязненность цезием имеет широкое распространение в зонах концентрации промышленных предприятий.

Специалистами радиологической лаборатории осуществлялась физическая оценка  $\gamma$  - фона в зданиях из разного строительного материала (дерево, шлакобетон, железобетон, кирпич). Мощность дозы излучения в пределах допустимых.

Продолжаются работы по оценке  $\gamma$  - фона в школах, детских садах по содержанию в воздухе радона и продуктов, его распада.

Максимальное содержание радона в воздухе  $85 \text{ Бк/м}^3$  (норма  $100 \text{ Бк/м}^3$ ), минимум  $15 \text{ Бк/м}^3$



С 1994 года в Новокузнецке проводится сертификация строительных материалов и отходов производства. В целом исходное сырье для производства строительных материалов (песок, гравий, галька шлак зола) радиационно безопасно (по Новокузнецку и новокузнецкому району исследуется практически все исходное сырье).

Анализ воды. Берутся пробы из открытых водоемов (р. Томь) и подземных скважин. Исследования на стронций - 90, т.к. ( $\beta$  - излучателем. Его концентрация на «входе» в город в районе Абашево колеблется от 0,11 и на «выходе» Томи из города в районе Славино 0,17 Бк/л. эти данные ниже нормы - 1 Бк/л.

Таким образом, пища, вода, атмосферные осадки, а также строительные материалы в г. Новокузнецке радиационно безопасны. Содержание в них радионуклидов находится на стабильном уровне.

**Учитель:** знакомство с дозиметром.

**Учитель:** Давайте подведем итоги нашей конференции. Вы узнали много о биологическом действии излучений. Механизм воздействия полностью не изучен, но конечный результат известен. Какой?

## **КИНОФРАГМЕНТ**