

## План

### Введение

Определения понятия радиоактивность

Типы радиоактивных излучений

Источники радиоактивного излучения

Действия радиоактивных излучений на живой организм

Два вида облучения: внешнее и внутреннее

Заключение

### Введение

Фактор радиации присутствовал на нашей планете с момента ее образования, и как показали дальнейшие исследования, ионизирующие излучения наряду с другими явлениями физической, химической и биологической природы сопровождали развитие жизни на Земле. Однако, физическое действие радиации начало изучаться только в конце XIX столетия, а ее биологические эффекты на живые организмы -- в середине XX веков. Радиоактивные излучения относятся к тем физическим феноменам, которые не ощущаются нашими органами чувств, сотни специалистов, работая с радиацией, получили радиационные ожоги от больших доз облучения и умерли от злокачественных опухолей, вызванных переоблучением. Тем не менее, сегодня мировая наука знает о биологическом воздействии радиации больше, чем о действии любых других факторов физической и биологической природы в окружающей среде. Сегодня защита организма человека и живой составной биосферы от радиоактивного излучения в связи с увеличивающимся радиоактивным загрязнением планеты стала одной из самых актуальных проблем экологической науки. Потому что радиация - это неотъемлемый элемент нашей жизни, один из многих факторов окружающей среды. Наша жизнь зародилась в "радиационной колыбели". Все виды флоры и фауны Земли во время многих лет возникали и развивались под постоянным влиянием природного фона и приспособились к нему. Однако искусственно созданные радиоактивные вещества, ядерные реакторы, сооружения сконцентрировали неведомые ранее в природе объемы ионизирующего излучения, к чему природа была не подготовлена.

### Определение понятия радиоактивность

Явление радиоактивности было открыто в 1896 году французским ученым Анри Беккерелем. В настоящее время оно широко используется в науке, технике, медицине, промышленности. Изучение радиоактивности началось с 1933 г., а ее губительного воздействия как компонента ядерной бомбы - с 1945 г. Исследования с

целью определения глобального влияния на биосферу антропогенной радиации, ядерного оружия, отходов от производства, действующих АЭС, аварий на них, а также прогнозирование развития атомной энергетики на далекую перспективу были начаты в 1986 г. Радиоактивные элементы естественного происхождения присутствуют повсюду в окружающей человека среде. В больших объемах образуются искусственные радионуклиды, главным образом в качестве побочного продукта на предприятиях оборонной промышленности и атомной энергетики. Попадая в окружающую среду, они оказывают воздействия на живые организмы, в чем и заключается их опасность. Для правильной оценки этой опасности необходимо четкое представление о масштабах загрязнения окружающей среды, о выгодах, которые приносят производства, основным или побочным продуктом которых являются радионуклиды, и потерях, связанных с отказом от этих производств, о реальных механизмах действия радиации, последствиях и существующих мерах защиты. Радиоактивность - неустойчивость ядер некоторых атомов, проявляющаяся в их способности к самопроизвольным превращениям (распаду), сопровождающимся испусканием ионизирующего излучения или радиацией. Мерой радиоактивности служит активность. Измеряется в Беккерелях (Бк), что соответствует 1 распаду в секунду. Содержание активности в веществе часто оценивают на единицу веса вещества (Бк/кг) или объема (Бк/куб.м). Также встречается еще такая единица активности, как Кюри (Ки). Это - огромная величина:  $1 \text{ Ки} = 37000000000 \text{ Бк}$ . Активность радиоактивного источника характеризует его мощность. Так, в источнике активностью 1 Кюри происходит 37000000000 распадов в секунду. Как было сказано выше, при этих распадах источник испускает ионизирующее излучение. Мерой ионизационного воздействия этого излучения на вещество является экспозиционная доза. Часто измеряется в Рентгенах (Р). Поскольку 1 Рентген - довольно большая величина, на практике удобнее пользоваться миллионной (мкР) или тысячной (мР) долями Рентгена. Действие распространенных бытовых дозиметров основано на измерении ионизации за определенное время, то есть мощности экспозиционной дозы. Единица измерения мощности экспозиционной дозы микроРентген/час. Мощность дозы, умноженная на время, называется дозой. Мощность дозы и доза соотносятся так же как скорость автомобиля и пройденное этим автомобилем расстояние (путь). Для оценки воздействия на организм человека используются понятия эквивалентная доза и мощность эквивалентной дозы. Измеряются, соответственно, в Зивертах (Зв) и Зивертах/час. В быту можно считать, что 1 Зиверт = 100 Рентген. Необходимо указывать на какой орган, часть или все тело пришла данная доза. Можно показать, что упомянутый выше точечный источник активностью 1 Кюри (для определенности рассматриваем источник цезий-137) на расстоянии 1 метр от себя создает мощность экспозиционной дозы приблизительно 0,3 Рентгена/час, а на расстоянии 10 метров - приблизительно 0,003 Рентгена/час. Уменьшение мощности дозы с увеличением расстояния от источника происходит всегда и обусловлено законами распространения излучения.

Типы радиоактивных излучений

Радиоактивное излучение разделяют на три типа:

б-излучение - отклоняется электрическим и магнитными полями, обладает высокой ионизирующей способностью и малой проникающей способностью; представляет собой поток ядер гелия; заряд  $\alpha$ -частицы равен  $+2e$ , а масса совпадает с массой ядра изотопа гелия .

в-излучение - отклоняется электрическим и магнитным полями; его ионизирующая способность значительно меньше (приблизительно на два порядка), а проникающая способность гораздо больше, чем у  $\alpha$ -частиц; представляет собой поток быстрых электронов.

г-излучение - не отклоняется электрическим и магнитными полями, обладает относительно слабой ионизирующей способностью и очень большой проникающей способностью; представляет собой коротковолновое электромагнитное излучение с чрезвычайно малой длиной волны  $\lambda < 10^{-10}$  м и вследствие этого - ярко выраженными корпускулярными свойствами, то есть является поток частиц -  $g$ -квантов (фотонов).

Период полураспада  $T_{1/2}$  - время, за которое исходное число радиоактивных ядер в среднем уменьшается вдвое.

В настоящее время известно около 40 естественных и более 200 искусственных альфа-активных ядер. Альфа-распад характерен для тяжелых элементов (урана, тория, полония, плутония и др.). Альфа-частицы - это положительно заряженные ядра гелия. Они обладают большой ионизирующей и малой проникающей способностью и движутся со скоростью 20000 км/с. радиоактивный ионизирующий излучение

Бета-излучение - это поток отрицательно заряженных частиц (электронов), которые выпускаются при бета-распаде радиоактивных изотопов. Их скорость приближается к скорости света. Бета-частицы при взаимодействии с атомами среды отклоняются от своего первоначального направления. Поэтому путь, проходимый бета-частицей в веществе, представляет собой не прямую линию, как у альфа-частиц, а ломаную.

Наиболее высокоэнергетические бета-частицы могут пройти слой алюминия до 5 мм., однако ионизирующая способность их меньше, чем у альфа-частицы.

Гамма-излучение, испускаемое атомными ядрами при радиоактивных превращениях, обладает энергией от нескольких тысяч до нескольких миллионов электрон-вольт.

Распространяется оно, как и рентгеновское излучение, в воздухе со скоростью света.

Ионизирующая способность гамма-излучения значительно меньше, чем у альфа - и бета-частиц. Гамма-излучение - это электромагнитные излучения высокой энергии.

Оно обладает большой проникающей способностью, изменяющейся в широких пределах.

Источники радиоактивного излучения

До середины XX в. основным источником ионизирующего излучения были природные источники - горные породы, Космос. Однако и тогда уровни земной радиации в разных регионах были различны, достигая максимальных значений в

районах залежей урановых руд, радиоактивных сланцев, фосфоритов или кристаллических пород, ториевых песков, радоновых минеральных источников (Индия - штаты Керала и Тамилнад, Бразилия - штат Рио-де-Жанейро, Иран, Канада, Чехия и Словакия, ЮАР, Нигерия и др.). Известны такие аномальные районы и у нас на Украине - Хмельник, Мироновка, Желтые воды. В этих местах уровни природного активного фона в десятки и сотни раз выше, чем в других.

Из-за того, что до недавнего времени не было известно о присутствии тех или иных отклонений в здоровье и развитии людей, которые проживают в районах с повышенным радиоактивным фоном, показатели продолжительности жизни, количество мертворожденных, болезни на лейкоз, рак у жителей этих районов был среднестатистично нормальным. На основе новых исследований и глубокого анализа проблемы можно сделать вывод, что и раньше, десятки и сотни лет тому назад, повышенный радиационный фон негативно влиял на население. Это выявлялось в значительном увеличении количества больных с синдромом Дауна (почти в 5 раз), другими патологическими проявлениями, особенно раковыми опухолями.

Сейчас главными источниками радиоактивных загрязнений биосферы являются радиоактивные аэрозоли, которые поступают, а атмосферу во время испытаний ядерного оружия, аварий на АЭС и радиоактивных производствах, а также радионуклиды, которые выделяются из радиоактивных отходов, захороненных на суше и в море, с отработанных атомных реакторов и сооружений. Во время аварий атомных реакторов, разгерметизацией залежей радиоактивных отходов радиационная грязь расплзается на десятки и сотни километров, вследствие взрывов ядерных бомб - по всей планете. По силе и глубине влияния на организм ионизирующее излучение считается самым сильным. Разные организмы имеют неодинаковую стойкость к действию радиоактивного облучения, даже клетки одного организма имеют разную чувствительность.

Действия радиоактивных излучений на живой организм

Ионизирующие излучения имеют ряд общих свойств, два из которых - способность проникать через материалы различной толщины и ионизировать воздух и живые клетки организма - заслуживают особенно пристального внимания.

При изучении действия излучения на организм были определены следующие особенности:

1. Высокая эффективность поглощенной энергии. Малые количества поглощенной энергии излучения могут вызывать глубокие биологические изменения в организме.
2. Наличие скрытого, или инкубационного, периода проявления действия ионизирующего излучения. Этот период часто называют периодом мнимого благополучия. Продолжительность его сокращается при облучении в больших дозах.
3. Действие от малых доз может суммироваться или накапливаться. Этот эффект называется кумуляцией.
4. Излучение воздействует не только на данный живой организм, но и на его потомство. Это так называемый генетический эффект.
5. Различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению.

При ежедневном воздействии дозы 0,002 - 0,005 Гр уже наступают изменения в крови.

6. Не каждый организм в целом одинаково реагирует на облучение.

7. Облучение зависит от частоты. Одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем фракционированное.

Энергия, излучаемая радиоактивными веществами, поглощается окружающей средой. В результате воздействия ионизирующего излучения на организм человека в тканях могут происходить сложные физические, химические и биохимические процессы. Известно, что 2/3 общего состава ткани человека составляют вода и углерод; вода под воздействием излучения расщепляется на водород Н и гидроксильную группу ОН, которые либо непосредственно, либо через цепь вторичных превращений образуют продукты с высокой химической активностью: гидратный оксид НО и перекись водорода Н О. Эти соединения взаимодействуют с молекулами органического вещества ткани, окисляя и разрушая ее.

В результате воздействия ионизирующего излучения нарушаются нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ в организме.

Жизнь на Земле возникла и развивалась на фоне ионизирующей радиации. Поэтому биологическое действие её не является каким-то новым раздражителем в пределах естественного радиационного фона. Радиационный фон Земли складывается из излучения, обусловленного космическим излучением, и излучения от рассеянных в Земной коре, воздухе, воде, теле человека и других объектах внешней среды природных радионуклидов. Основной вклад в дозу облучения вносят  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  вместе с продуктами распада урана и тория. В среднем доза фонового (внешнего и внутреннего) облучения человека составляет 1 мЗв/год. В отдельных районах с высоким содержанием природных радионуклидов это значение может достигать 10 мЗв и более. В основе повреждающих излучений лежит комплекс взаимосвязанных процессов. Ионизация и возбуждение атомов и молекул дают начало образованию высокоактивных радикалов, вступающих в последующем в реакции с различными биологическими структурами клеток. В повреждающем действии радиации важное значение имеют возможный разрыв связей в молекулах за счет непосредственного действия радиации и внутри- и межмолекулярной передачи энергии возбуждения. Физико-химические процессы, протекающие на начальных этапах, принято считать первичными - пусковыми. В последующем развитие лучевого поражения проявляется в нарушении обмена веществ с изменением соответствующих функций органов. Малодифференцированные, молодые и растущие клетки наиболее радиочувствительны.

Считают, что часть наследственных изменений и мутаций у животных и растений связана с радиационным фоном. Животные и растительные организмы характеризуются различной радиочувствительностью, причины, которой до сих пор полностью ещё не выяснены. Как правило, наименее чувствительны одноклеточные растения, животные и бактерии, а наиболее чувствительны - млекопитающие животные и человек. Различия в чувствительности к радиации имеет место у отдельных особей одного и того же вида. Она зависит от физиологического

состояния организма, условий его существования и индивидуальных особенностей. Более чувствительны к облучению новорожденные и старые особи. Различного рода заболевания, воздействие других вредных факторов отрицательно сказывается на течении радиационных повреждений. В зависимости от величины поглощенной дозы излучения и индивидуальных особенностей организма вызванные изменения могут быть обратимыми или необратимыми. При небольших дозах пораженная ткань восстанавливает свою функциональную деятельность. Большие дозы при длительном воздействии могут вызвать необратимое поражение отдельных органов или всего организма. Любой вид ионизирующих излучений вызывает биологические изменения в организме как при внешнем (источник находится вне организма), так и при внутреннем облучении (радиоактивные вещества попадают внутрь организма, например пероральным или ингаляционным путем). Рассмотрим действие ионизирующего излучения, когда источник облучения находится вне организма. Биологический эффект ионизирующего излучения зависит от суммарной дозы и времени воздействия излучения, размеров облучаемой поверхности и индивидуальных особенностей организма. При однократном облучении всего тела человека возможны биологические нарушения в зависимости от суммарной поглощенной дозы излучения.

При облучении дозами, в 100-1000 раз превышающими смертельную дозу, человек может погибнуть во время облучения. Поглощенная доза излучения, вызывающая поражение отдельных частей тела, а затем смерть, превышает смертельную поглощенную дозу облучения всего тела. Смертельные поглощенные дозы для отдельных частей тела следующие: голова - 20, нижняя часть живота - 30, верхняя часть живота - 50, грудная клетка - 100, конечности - 200 Гр. Степень чувствительности различных тканей к облучению неодинакова. Если рассматривать ткани органов в порядке уменьшения их чувствительности к действию излучения, то получим следующую последовательность: лимфатическая ткань, лимфатические узлы, селезенка, зубная железа, костный мозг, зародышевые клетки. Большая чувствительность кроветворных органов к радиации лежит в основе определения характера лучевой болезни. При однократном облучении всего тела человека поглощенной дозой 0,5 Гр через сутки после облучения может резко сократиться число лимфоцитов (продолжительность жизни которых и без того незначительна - менее 1 сут. Уменьшится также и количество эритроцитов (красных кровяных телец) по истечении двух недель после облучения (продолжительность жизни эритроцитов примерно 100 сут.). У здорового человека насчитывается порядка 10 красных кровяных телец и при ежедневном воспроизводстве 10, у больного лучевой болезнью такое соотношение нарушается, и в результате погибает организм.

Важным фактором при воздействии ионизирующего излучения на организм является время облучения. С мощности дозы поражающее действие излучения возрастает. Чем более увеличением дробно излучение по времени, тем меньше его поражающее действие. Неодинаковую радиочувствительность имеют организмы разного возраста. Чем моложе организм, тем он чувствительнее к радиации, чем сложнее организм, тем он больше поражается радиацией. В сложно построенных

организмах с их тонко скоординированными и взаимозависимыми функциями бесчисленных органов и систем намного больше и слабых звеньев, где возникают цепные реакции дезадаптации и патологии. Считается, что биологическая эффективность альфа-частиц и тяжелых ядер в 20 раз выше, а нейтронов и протонов с энергией меньше 10 MeV в десять раз выше, чем гамма-частиц и рентгеновского излучения. Конечный результат облучения (кроме отдаленных последствий) зависит не столько от полной дозы, сколько от действия ее мощности, или времени, за которое она была накоплена, а также характера ее распределения. Это связано с тем, что в живых организмах в ответ на облучение включаются защитные механизмы системы адаптации и компенсации, которые должны обеспечить стабильность внутренней среды организма (гомеостаз) и обновить нарушенные функции. Результат зависит от соотношения количества поврежденных тканей и защитно-обновляющей способности организма. Внешнее облучение альфа, а также бета-частицами менее опасно. Они имеют небольшой пробег в ткани и не достигают кровеносных и других внутренних органов. При внешнем облучении необходимо учитывать гамма- и нейтронное облучение, которые проникают в ткань на большую глубину и разрушают ее.

Степень поражения организма зависит от размера облучаемой поверхности. С уменьшением облучаемой поверхности уменьшается и биологический эффект. Так, при облучении фотонами поглощенной дозой 450 рад участки тела площадью 6 кв.см заметного поражения не наблюдалось, а при облучении такой же дозой всего тела было 50 % смертельных случаев.

Радиоактивные вещества могут попасть внутрь организма при вдыхании воздуха, зараженного радиоактивными элементами, с зараженной пищей или водой и, наконец, через кожу, а также при заражении открытых ран.

Попадание твердых частиц в дыхательные органы зависит от степени дисперсности частиц. Из проводившихся над животными опытов установлено, что частицы пыли размером менее 0,1 мкм ведут себя так же, как и молекулы газа, т.е. при вдохе они попадают вместе с воздухом в легкие, а при выдохе вместе с воздухом удаляются. В легких может оставаться только самая незначительная часть твердых частиц. Крупные частицы размером более 5 мкм почти все задерживаются носовой полостью.

Гораздо чаще вследствие несоблюдения правил техники безопасности радиоактивные вещества попадают в организм через пищеварительный тракт. Проникновение радиоактивных загрязнений через раны или через кожу можно предотвратить, если соблюдать соответствующие меры предосторожности. Опасность радиоактивных элементов, попадающих тем или иным путем в организм человека, тем больше, чем выше их активность.

Степень опасности зависит также от скорости выведения вещества из организма. Если радионуклиды, попавшие внутрь организма, однотипны с элементами, которые потребляются человеком с пищей (натрий, хлор, калий и др.), то они не задерживаются в организме, а выделяются вместе с ними.

Два вида облучения организма: внешнее и внутреннее

Ионизирующее излучение может двумя способами оказывать воздействие на человека. Первый способ -- внешнее облучение от источника, расположенного вне организма, которое в основном зависит от радиационного фона местности, на которой проживает человек или от других внешних факторов. Второй -- внутреннее облучение, обусловленное поступлением внутрь организма радиоактивного вещества, главным образом с продуктами питания. Продукты питания, не соответствующие радиационным нормам, имеют повышенное содержание радионуклидов, инкорпорируются с пищей и становятся источником излучения непосредственно внутри организма. Большую опасность представляют продукты питания и воздух, содержащие изотопы плутония и америция, которые обладают высокой альфа активностью. Плутоний, выпавший в результате Чернобыльской катастрофы, является самым опасным канцерогенным веществом. Альфа излучение имеет высокую степень ионизации и, следовательно, большую поражающую способность для биологических тканей. Попадание плутония, а также америция через дыхательные пути в организм человека вызывает онкологию легочных заболеваний. Однако следует учесть, что отношение общего количества плутония и его эквивалентов америция, кюрия к общему количеству плутония, попавшего в организм ингаляционным путем незначительно. Как установил Беннетт, при анализе ядерных испытаний в атмосфере, на территории США соотношение выпадения и ингаляции равно 2,4 млн. к 1, то есть подавляющее большинство альфа-содержащих радионуклидов от испытаний ядерного оружия ушли в землю не оказав влияния на человека. В выбросах Чернобыльского следа наблюдались также частицы ядерного топлива, так называемые горячие частицы размером около 0,1 микрона. Эти частицы также могут проникать ингаляционным путем в легкие и представлять серьезную опасность. Внешнее и внутреннее облучения требуют различные меры предосторожности, которые должны быть приняты против опасного действия радиации. Внешнее облучение в основном создается гамма содержащими радионуклидами, а также рентгеновским излучением. Его поражающая способность зависит от:

- а) энергии излучения;
- б) продолжительности действия излучения;
- в) расстояния от источника излучения до объекта;
- г) защитных мероприятий.

Между продолжительностью времени облучения и поглощенной дозой существует линейная зависимость, а влияние расстояния на результат радиационного воздействия имеет квадратичную зависимость. Для защитных мероприятий от внешнего облучения используются в основном свинцовые и бетонные защитные экраны на пути излучения. Эффективность применения материала в качестве экрана для защиты от проникновения рентгеновских или гамма-лучей зависит от плотности материала, а также от концентрации содержащихся в нем электронов. Если от внешнего облучения можно защититься специальными экранами или другими действиями, то с внутренним облучением это сделать не представляется возможным.



Различают три возможных пути, по которым радионуклиды способны попасть внутрь организма:

- а) с пищей;
- б) через дыхательные пути с воздухом;
- в) через повреждения на коже.

Следует отметить, что радиоактивные элементы плутоний и америций проникают в организм в основном с пищей или при дыхании и очень редко через повреждения кожи. Как отмечает Дж. Холл, органы человека реагируют на поступившие в организм вещества исходя исключительно из химической природы последних, вне зависимости от того, являются они радиоактивными или нет. Химические элементы такие как натрий и калий, входят в состав всех клеток организма. Следовательно, их радиоактивная форма, введенная в организм, будет также распределена по всему организму. Другие химические элементы имеют склонность накапливаться в отдельных органах, как это происходит с радиоактивным йодом в щитовидной железе или кальцием в костной ткани. Проникновение радиоактивных веществ с пищей внутрь организма существенно зависит от их химического взаимодействия. Установлено, что хлорированная вода увеличивает растворимость плутония, и как следствие инкорпорацию его во внутренние органы. После того, как радиоактивное вещество попало в организм, следует учитывать величину энергии и вид излучения, физический и биологический период полураспада радионуклида. Биологическим периодом полувыведения называют время, которое необходимо для выведения из организма половины радиоактивного вещества. Некоторые радионуклиды выводятся из организма быстро, и поэтому не успевают нанести большого вреда, в то время как другие сохраняются в организме в течение значительного времени. Период полувыведения радионуклидов, существенно зависит от физического состояния человека, его возраста и других факторов. Сочетание физического периода полураспада с биологическим, называется эффективным периодом полураспада -- наиболее важным в определении суммарной величины излучения. Орган, наиболее подверженный действию радиоактивного вещества называют критическим. Для различных критических органов разработаны нормативы, определяющие допустимое содержание каждого радиоактивного элемента. На основании этих данных созданы документы, регламентирующие допустимые концентрации радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, питьевой воде, продуктах питания. В Беларуси в связи с аварией на ЧАЭС действуют Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-92). В Гомельской области введены по некоторым пищевым продуктам питания, например детского, более жесткие нормативы. С учетом всех вышеперечисленных факторов и нормативов, подчеркнем, что среднегодовая эффективная эквивалентная доза облучения человека не должна превышать 1 мЗв в год.

Заключение

Не обращая внимания на резкий спад гонки ядерных вооружений и ослабления

угрозы глобальной войны, опасность гибели живого компонента биосферы от военных ядерных запасов еще существует. Продолжают испытания ядерного оружия французские и китайские военные, некоторые страны стремятся получить это оружие, не уничтожены огромные запасы ядерных бомб, снарядов и ракет, накопленных за 45 лет США, бывшим СССР, Францией, Англией (их хватит, чтобы несколько раз уничтожить на Земле все живое), еще существуют силы в разных странах, которые могут спровоцировать ядерную войну. Нет гарантии, что не произойдет несчастный случай или авария на военных базах, полигонах, объектах, где есть ядерные запасы. Не исключена также возможность заполучения и применения ядерного оружия террористами или маньяками, фанатично настроенными националистическими элементами. Итак, далее на всех уровнях и во всех направлениях следует проводить активную работу против накопления ядерного оружия, ее испытаний, выступать за ее полное уничтожение. Для этого необходимы международные договоры, законы, договоренности и постоянный строгий международный контроль за их исполнением. Активное участие в этом деле должна принимать общественность, молодежь, студенчество, как это успешно делает международная независимая организация Гринпис, филиалы которой находятся в 26 странах мира.

Существует проблема атомной энергетики, хоть отношение к ней после чернобыльской аварии резко изменилось во всем мире. Усовершенствуются конструкции реакторов, увеличивается надежность АЭС, но остается проблема захоронения отходов (остатки обогащения урановой руды, отработанные топливо, реакторы и другие сооружения), существует много сотен опасных могильников твердых и жидких радиоактивных отходов во всем мире, особенно в Мировом океане. Для решения этих проблем необходимы дальнейшее расширение гласности и правдивая информация обо всем, что связано с атомным оружием и атомной энергетикой, широкое экологическое образование, особенно в отрасли радиоэкологии, специальное санитарное воспитание населения, станций или пунктов постоянного радиационного контроля за состоянием воздуха, воды, грунтов, флоры и фауны во всех населенных регионах. Наконец, нужно разработать усовершенствованные способы защиты от радиации и методы дезактивации природной среды.

Список литературы

1. Карпенков С.Х. Основные концепции естествознания: учебное пособие.- М., 2002
2. Линденбратен Л.Д, Л.Б. Наумов Медицинская рентгенология. М., 1984
3. Савенко В.С. Радиоэкология. -- Минск, 1997.
4. Сапожников Ю.А. Радиоактивность окружающей среды.- М., 2009
5. Хазов П.Д. Лучевая диагностика : цикл лекций.-Рязань, 2004
6. Хазов П.Д. , Петрова Основы медицинской радиологии.- Рязань, 2005
7. Шумаков А.В. Краткое пособие по радиационной медицине.-Луганск - 2006