



Библиотечка
Общественного совета
Госкорпорации «Росатом»



Экологическое образование и адекватное понимание радиационной безопасности

(краткое учебное пособие для всех)

Акатов А.А., Захлебный А.Н., Коряковский Ю.С.
Под редакцией члена-корр. РАН Грачева В.А.

АНО «Информационный центр атомной отрасли»
Москва 2013

УДК 372.016 : 378.12
ББК 74.262.01 : 74.266.8

Акатов А.А., Захлебный А.Н., Коряковский Ю.С. Под редакцией члена-корр. РАН Грачева В.А.
Экологическое образование и адекватное понимание радиационной безопасности
(краткое учебное пособие для всех). - М.: АНО "Информационный центр атомной отрасли", 2013. - 32 с.

В этом сборнике рассмотрены некоторые аспекты личной безопасности, связанные с современным состоянием окружающей среды и взаимодействием человека с ней. Особое внимание уделено преподаванию вопросов экологической безопасности в школе в условиях реализации образовательных программ, соответствующих новым государственным стандартам общего образования. Продемонстрирована прямая связь между безопасностью человека и его осведомленностью о реальном положении дел в сфере охраны окружающей среды. В третьей части сборника приведена важная информация и дан ряд рекомендаций по преподаванию вопросов радиационной безопасности в рамках старшей ступени школы.



Библиотека
Общественного совета
Госкорпорации «Росатом»



ISBN 978-5-906237-03-3



9 785906 237033

www.osatom.ru



ВВЕДЕНИЕ

Жизнь каждого человека тесно связана с экологией, хотя зачастую мы этого не осознаем и многое делаем не так, как следовало бы. Люди, как правило, действуют по принципу «авось меня это не коснется». Пьют крепкие напитки, курят, едят не просто не полезную, а вредную пищу, пьют не соответствующего качества воду и при этом критикуют кого-то неведомого, ругают за плохую погоду метеорологов, всех за «плохую экологию» и обещают себе «с понедельника» бросить что-нибудь (курить, пить, есть, что попало и т.д.).

Иногда мы задумываемся о смысле жизни. Как сказал однажды М. Жванецкий: «Смысл жизни в чем? Чтобы не умереть». Ему же, кажется, принадлежит вопрос: «Пить хочешь?», и ответ: «Да нет, мне бы воды». Так что правильный образ жизни нам пока не

грозит. Амосова, известного хирурга и автора книги «Мысли и сердце», спросили: «Ну и как Вы думаете, после всех Ваших советов что-то изменится?». Он ответил: «Да нет. Все также будут ничего не соблюдать и стремиться выпить и покурить». Добавим, что потом за «плохую экологию» будут искать виновных на стороне, ругать партию и правительство.-

А уж молодые и здоровые вообще не задумываются о здоровье, не говоря уже о долголетию. О долголетию вообще задумываются те, кому за 60.

И все же надо внедрять в массовое сознание идею, что наша жизнь, ее качество и продолжительность в наших руках. Конечно, многое зависит от генетической программы, заложенной в каждом, и от медицины, но значительное влияние оказывает и образ жизни, обеспечение, так сказать, ЛИЧНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

А для этого надо кое-что усвоить. В этом учебном пособии «ДЛЯ ВСЕХ» изложены некоторые вопросы личной экологии, и развеиваются различные мифы вроде широко тиражируемого «радиация нас погубит», в то время как, например, с химическим загрязнением мы сталкиваемся гораздо чаще. Кстати, в книге известного эколога А.Г. Ишкова «Экология и жизнь» среди «врагов» человека названы полторы тысячи вредных химических веществ, и правила личной экологической безопасности направлены, прежде всего, на ограничение их поступления в организм и на соблюдение рационального, правильного образа жизни.

Погубит нас курение, чрезмерное употребление алкоголя, блюд быстрого приготовления, питье и еда без разбо-

ра и на ночь, и несоблюдение правил личной гигиены. Также стоит отметить несоблюдение правил безопасности: люди гибнут на дорогах, в пожарах, глупых производственных авариях типа «рот разинул, а тут что-то упало или наехало», от пищевых и алкогольных отравлений и т.д.

У нас, в России, где на 1/9 части суши проживает 1/50 часть населения планеты, есть все природные условия для «хорошей экологии». Надо самим научиться соблюдать правила личной экологической безопасности, а для этого нужно кое-что знать; и роль экологического образования сводится уже не просто к повышению личного интеллектуального уровня, оно рассматривается как фактор жизненной необходимости для каждого человека.

ЭКОЛОГИЯ В ВАШЕЙ ЖИЗНИ

«Эко» в переводе на русский язык – «жилище». То есть экология – наука о том, что нас окружает. Говоря «плохая экология», мы подразумеваем «плохое жилище», то есть плохие условия жизни.

А.Г. Ишков в книге «Экология и жизнь» приводит пример того, как можно заинтересовать студентов проблемами экологии – достаточно сказать на лекции: «Лучше два раза выпить, чем один раз закурить». И сразу у студентов появляется интерес. Всем известно также и другое высказывание: «Пить буду, но курить не брошу». В общем, «лучше быть молодым и здоровым, чем старым и больным».

Не хотим мы соблюдать правила личной экологической безопасности. А все же многие, заболев, начинают задумываться о своём здоровье и вести более разумный образ жизни, например, прекращают курить и употреблять алкоголь. Но при этом стоит понимать, что порой «поздно пить боржоми, когда почки отвалились».

Давайте начнем с того, что сформулируем эти правила личной экологической безопасности, постараемся их изучить сами и научимся их передавать подрастающему поколению. Ведь образование человек получает не только в школе, но и дома: и во взрослой среде, и среди своих сверстников.

Прежде чем перейти к конкретным вопросам экологического образования, постараемся определить и усвоить основные экологические постулаты.

Известный американский ученый-

эколог Б. Коммонер сформулировал четыре базовых «экологических закона», помогающих понять суть многих вещей в окружающем мире и, главное, задуматься над некоторыми проблемами нашей жизни вообще и своей в частности:

Закон первый: «Все связано со всем»

Жизнь – сложный процесс, в котором любое действие имеет бесконечный ряд причин и последствий. Говоря проще, если мы где-то вмешались в природу (в том числе и в собственный организм), изменения неизбежно возникнут в других местах.

Закон второй: «Все должно куда-то деться»

Фактически это закон М.В. Ломоносова о сохранении вещества, которым всегда поступаются при любой хозяйственной деятельности. Большинство экологических проблем возникает именно из-за пренебрежения этим законом в процессе производства и потребления.

Третий закон: «Природа знает лучше»

Наша задача понять природу, потому что она уже выбрала оптимальные варианты жизни, многообразные варианты «технологий» созидания и разрушения и т.д. Мы, к сожалению, еще пользуемся другими принципами: «не ждать милостей от природы, а взять...» или «победить природу». Человечеству необходимо хотя бы отчасти вернуть потерянное понимание себя как малой и отнюдь не главной со-

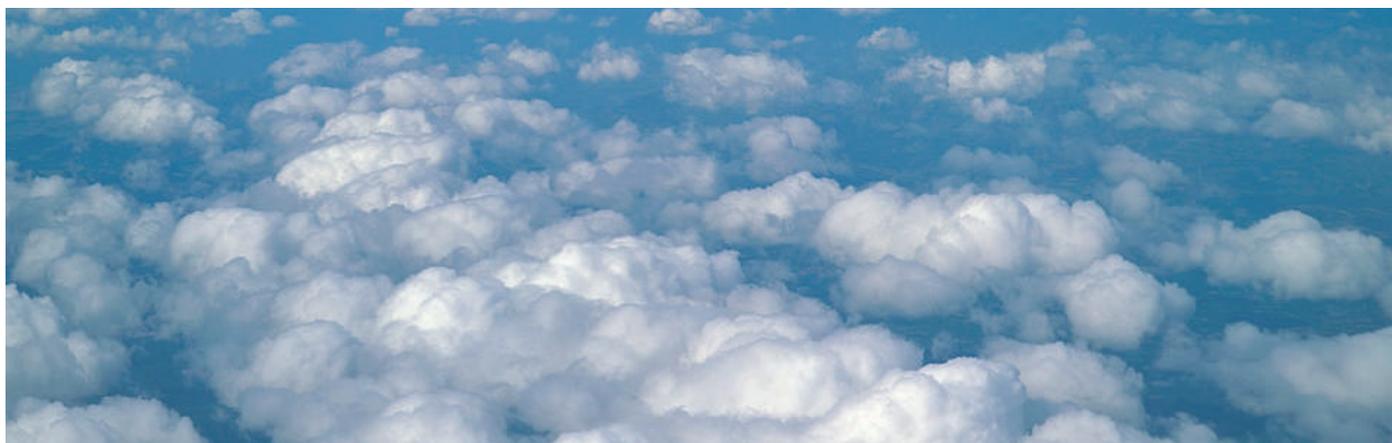
ставляющей вселенской гармонии.

Четвертый закон: «Ничто не дается даром»

Человек в идеале должен руководствоваться принципом равного обмена: взял у природы – верни ей. Пока человечество руководствуется противоположным принципом – забирает безвозмездно у природы то, что она создавала миллионы лет (нефть, газ, уголь). Платы за это невозможно избежать, ее можно только отсрочить. Насколько – решает, в конечном счете, природа, а не мы.

Попробуем разобраться сами, что надо делать, как в реальной ситуации защитить себя от всего «вредного» в окружающей среде, чему учить своих детей, что требовать от избираемых нами депутатов и назначаемых министров. А главное, давайте разберемся, где мы действительно создаем для себя благо, а где наоборот.

Окружающая среда, а точнее, единственно возможная среда нашего существования, малым элементом которой мы имеем честь быть, состоит из многих компонентов.



Воздух.

Первый важнейший компонент природной среды. Здесь, как и в бане, мы все равны. Практически любой человек, ничего не зная о воздухе, кроме того, что он существует и бывает теплым или холодным, предпочитает жить, отдыхать, да и работать тоже на «свежем и чистом воздухе». Именно такой воздух приготовила нам природа.

Как только появились крупные поселения, а затем города, человек почувствовал потребность по возможности отдыхать за их пределами. Конечно, в

первую очередь, это желание реализовали состоятельные люди. Загородные дворцы и дачи были потребностью богатых людей даже до нефтяной эры и эпохи индустриализации.

Описания городов 18-19 веков с точки зрения условий окружающей среды ужасны. Еще в начале 19 века в Москве на Красной площади и на улицах был толстый слой навоза, и текли зловонные потоки. Один из историков пишет о Кельне начала 19 века: «Чтобы не чувствовать запаха мочи, стекающей по улицам, французские солдаты, расположившиеся в городе, закрывали

носы платками, пропитанными «Кельнской водой» (которую сегодня мы называем одеколоном). Еще в начале 2 века в Риме Юлий Цезарь издал закон, разрешающий повозкам двигаться только в специально отведенное время суток – так велики были перегрузки улиц транспортом и грохот от колес по булыжным мостовым. Это, наверное, один из первых экологических законов, принятый выборным органом граждан (Римским Сенатом). Гораздо позже историк напишет: «В Париже из-за шума выспаться можно не иначе, как за большие деньги».

Но вернемся к воздуху. Наверное, полезно знать, что чистый воздух представляет собой смесь газов из 20,95 % кислорода, 78,1% азота, 0,93% аргона, 0,03% углекислого газа и таких газов, как неон, гелий, криптон, ксенон, водород, метан, закись азота, озон, диоксид серы и диоксид азота в количествах менее тысячных долей процента по объему. Хотя это и длинный список, но именно он характеризует самый чистый воздух, за который богатые платят большие деньги. Это тот воздух, ради которого ни один «высокий» руководитель не жил постоянно в городе, а всегда за городом на дачах. Но, к сожалению, настоящего воздуха практически уже нет нигде.

Если мы возьмем для анализа пробу воздуха в любом крупном городе, то только список обнаруженных вредных для организма веществ занял бы страниц десять. Например, насчитывается более 500 токсичных веществ, официально разрешенных к выбросу в воздух Москвы и Московской области. Реальная номенклатура на порядок

больше, т.е. более 5000!

Например, считается, что автомобиль выбрасывает только три загрязняющих вещества, но любому специалисту известно, что на самом деле выхлопные газы автомобиля, не оснащенного нейтрализатором (в России почти все автомобили не оборудованы ими), содержат более 1400 вредных веществ.

Глобальное загрязнение воздуха началось с того момента, когда человечество стало пользоваться так называемыми «солнечными консервами» (углем и нефтью). Вообще, нефтяная эра фактически может стать последней в истории человечества.



Автомобиль – главный «поставщик» загрязнителей атмосферы в крупных городах. На тротуарах улиц с большими транспортными потоками их концентрация в десятки раз превышает допустимый уровень. Наибольшие концентрации вредных веществ автомобильных выхлопов содержатся в приземном слое (на высоте до двух метров). Никогда не гуляйте на таких улицах, особенно с детьми.

К сожалению, в выборе воздуха мы очень и очень ограничены. Воздух



– это самый потребляемый нами (в буквальном смысле) компонент окружающей среды. В среднем человеку необходимо (при неинтенсивной физической нагрузке) около 30 000 литров воздуха в сутки. Вот почему каждая лишняя минута на автотрассе, рядом с курящим человеком, горящим мусором и т.п., мягко говоря, не способствует улучшению здоровья. По расчетам западных экспертов, причиной смерти каждого шестого считается курение, то есть вдыхание в течение 1 часа в сутки (около 20 сигарет в день) загрязненного табачным дымом воздуха. Поэтому во многих странах и проводится сейчас достаточно жесткая компания по антирекламе сигарет. Отрадно, что эта волна уже докатилась и до России.

Наверное, все слышали слово «смог», и знают о его негативной окраске. Употреблять этот термин для обозначения состояния атмосферного воздуха стали в Лондоне, когда на территории города было много промышлен-

ных предприятий, а дома отапливались угольными или дровяными каминами. Если не вдаваться в тонкости, это дым, то есть очень мелкие (доли микрона) твердые частицы, образующиеся в процессе горения и в определенных метеоусловиях не оседающие и не уходящие в верхние слои атмосферы. Обычно различали «лондонский» и «лос-анджелесский» типы смога. Сейчас много говорят о «московском» смоге, источником которого стали торфяные пожары.

Фактически жители в период сильного задымления получают огромную дозу токсичных веществ, как образующихся в процессе горения торфа, так и оседающих (адсорбирующихся) на твердых частичках выхлопов автомобилей. При этом адсорбируются наиболее опасные для здоровья вещества: канцерогены (способствующие появлению раковых заболеваний), мутагены (вызывающие генетические из-

менения) и т.д. Но, поскольку в человеческом организме концентрации этих веществ никто не измеряет, то все делают вид, что их вроде бы и нет. К сожалению, это обычная практика.

Что реально можно сделать в условиях смога? Все, наверное, видели маски и респираторы, в которых очень многие ходят в Японии, Корее, Китае, а летом 2010 года стали ходить и в России. На самом деле это очень эффективное средство не только при эпидемиях гриппа, но и при смоге. Именно твердые микрочастицы в этом случае не будут попадать в организм при ды-

хании (по крайней мере, в легкие проникнет существенно меньшее их количество). Даже самый простой способ – прикрыть нос и рот влажным носовым платком достаточно эффективен. В период смога проветривать помещения лучше через форточки, закрытые влажной тканью. Кондиционеры в такой ситуации тоже полезны при работе в режиме частичного забора воздуха извне, так как в них есть аэрозольные фильтры. В этот период необходимо пить максимально возможное количество воды, принимать поливитамины.



Вода.

Вода фактически является синонимом жизни. Одно из самых простых по составу веществ (два атома водорода и один атом кислорода), самое распространенное и самое загадочное вещество на Земле.

Насколько разнообразна живая природа нашей планеты? Только видов животных известно свыше 1,5 миллионов. Более 350 тысяч видов растений. И все это многообразие на 60-99 % состоит из удивительного вещества – воды. Человек – «венец и царь» всего живого на Земле – тоже на 65-70 % (в

зависимости от возраста и т.д.) состоит из воды.

В среднем человек без воды умирает на восьмой день, потому что она не только очищает организм, но и питает его. Природная вода поставляет клеткам ряд совершенно необходимых веществ и элементов, без постоянного потребления которых человек, животные и растения не могли бы жить. Нельзя только забывать о том, что избыток даже полезного вещества может принести вред. Все зависит от дозы! Например, известная всем поваренная соль (хлорид натрия) в определенных

дозах необходима ежедневно для нормального функционирования жизненно важных систем организма. В то же время единовременный прием 200 граммов соли – практически смертелен. Что уж говорить о воде в крупных городах – она содержит в себе целый ряд токсичных веществ, которые представляют опасность для организма даже в очень малых концентрациях. Поэтому даже водопроводную воду рекомендуют фильтровать при помощи бытовых устройств.



Пища.

Третья необходимая составляющая жизни человека (имея в виду физическое тело), которую также дает природа, – пища. В отличие от воздуха или воды для получения пищи человек должен приложить значительные усилия, проще говоря, поработать. Для многих людей на Земле «добывание» пищи еще составляет основную цель жизни.

Организм человека – это, фактически, сложнейшее химическое предприятие, на котором синтезируются и разрушаются десятки тысяч веществ. В «технологическом» процессе обра-

зуются свои отходы, вырабатывается и потребляется энергия, для чего постоянно требуется сырье (воздух, вода, различные химические органические и неорганические компоненты).

Для здорового существования (стабильной работы) организма ему нужны только определенные количества компонентов пищи. Все вещества, используемые на нашем «производстве», делят на эндогенные и экзогенные. Эндогенными называют вещества, которые образуются в организме, а экзогенными – те, которые попадают туда с водой, воздухом, пищей и лекарствами. Среди последних часто встречаются вещества, в норме не нужные организму, оказывающие на него неблагоприятное влияние. Соответственно, патологии (болезни) есть либо результат вредного влияния экзогенных веществ на естественный «технологический процесс» в организме, либо вследствие избыточного/недостаточного синтеза эндогенных веществ в определенном органе или ткани.

Эта достаточно сложная проблема дает возможность просто объяснить, почему пища рассматривается в связи с окружающей средой. Если говорить о современной истории, то за последние 200 лет человек сам создал более 15 миллионов экзогенных химических соединений. И пища стала сейчас основным «поставщиком» этих веществ в организм.

Наиболее ярко загрязнение токсичными для организма веществами за счет окружающей среды проявляется через поступления из почв и воды тяжелых металлов, канцерогенных полиароматических углеводородов, ди-

оксинов и диоксиноподобных веществ.

Возьмем, например, самые простые цепочки. Предприятие сбрасывает сточные воды с тяжелыми металлами от гальванических производств (металлообработки). Гальванопроизводств в России десятки тысяч. Тяжелые металлы из воды переходят в рыбу, молоко и мясо, поскольку воду на фермах берут обычно из ближайшей реки и т.д. Горят свалки или работают химические заводы, и выбрасывают одни из наиболее опасных из известных на сегодня химических веществ – диоксины и фураны (именно опасные для здоровья живущего и будущего поколений, а не про-

сто токсичные). Эти вещества почти не разлагаются в почве и воде, попадают в растения и животных. В результате, в мясе, молоке, масле, сыре мы обнаруживаем эти самые диоксины, которые и в организме почти не разрушаются и накапливаются десятилетиями, вызывая генетические аномалии и другие страшные для организма последствия.

Вот сколько опасностей в жизни. Мы специально привели здесь не собственное мнение, а цитаты из популярной книги эколога А.Г. Ишкова. Важно, что в этой книге есть правила личной экологической безопасности

Преподавание вопросов экологической безопасности и экологии в школе

В настоящее время разработаны и утверждены Федеральные Государственные Образовательные Стандарты (далее ФГОС), которые предусматривают приведение подготовки выпускников школ в соответствие с тенденциями социокультурного развития страны, особенностями постиндустриального информационного общества, запросами развивающейся экономики, национальными интересами государственной безопасности и устойчивого развития. Для решения этой комплексной задачи в документах ФГОС, наряду с программами отдельных учебных предметов и курсов, предусмотрены новые программы, носящие интегративный характер.

Например, в начальной школе – это Программа формирования экологической культуры, здорового и безопасного образа, в стандарте основной

школы – Программа социализации и воспитания, одно из трех направлений которой – формирование экологической культуры, культуры здорового и безопасного образа жизни, в старшей школе предусматривается введение интегрированного курса «Экология и безопасность жизнедеятельности».

Такое внимание нового государственного стандарта к вопросам экологического образования и образования в области безопасности жизнедеятельности закономерно. В обществе XXI века оно становится ценностно-смысловым стержнем общекультурного развития и гражданского воспитания подрастающего поколения.

Предполагается, что интегрированный курс «Экология и безопасность жизнедеятельности» будет иметь гуманитарно-естественнонаучный характер, социально-проблемную направ-

ленность, будет развивающим и общекультурным, обобщающим для всех лет школьного обучения. Он должен стать важным этапом формирования современной экологической картины мира у молодого человека, культуры его экологической безопасности и здоровья в условиях трудовой деятельности и повседневной жизни.

Сегодня практика создания учебников для такого курса характерна для высшего профессионального образования. В учебных пособиях сочетаются материалы по экологии, безопасности жизнедеятельности, освещаются проблемы сохранения среды обитания, рассматриваются пути решения экологических проблем в плоскости профессиональной деятельности специалиста. Однако проблема разработки интегрированного учебного курса для школы намного сложнее, и пока практически не имеет аналогов.

Новым вектором выступают идеи образования для устойчивого развития. Их реализация в содержании образования предусматривает интеграцию экологического, экономического и социально-гуманитарного содержания



образования, достижение качественно нового образовательного продукта – ноосферного интеллекта, экоцентрического сознания, то есть мировоззрения, философии и идеологии охраны окружающей среды, рассматривающей природу как самостоятельную ценность, проектной экологической культуры для устойчивого будущего. Ключевые понятия образования для устойчивого развития имеют общекультурный, междисциплинарный характер (например, экологический императив, экологическое качество жизни человека, качество окружающей среды и др.) и требуют для своего освоения интеграции содержания большого количества учебных предметов вокруг экологических ценностей.

Были выявлены предпосылки интеграции образования в области экологии, основ безопасности жизнедеятельности и здоровья на основании Концепции духовно-нравственного воспитания гражданина Российской Федерации; концепции общего экологического образования для устойчивого развития; идеи образования для устойчивого развития, а также имеющегося опыта комплексного рассмотрения вопросов экологического образования, здоровья и безопасности жизнедеятельности.

Анализ отечественной литературы показал, что координация отдельных разделов природоохранного (впоследствии – экологического) образования и образования в области основ безопасности жизнедеятельности начиная с 70-х гг. прошлого века предпринималась по следующим основным направлениям:

здоровье человека – гигиена –

связь здоровья с состоянием окружающего его среды – риски и безопасность жизнедеятельности (И.Д. Зверев, И.Т. Суравегина, С.В. Алексеев); медицинская география – экологические проблемы – качество среды – безопасность – здоровье (Т.В. Кучер, О.А. Шклярова); жизнедеятельность человека в антропоэкосистемах, ее безопасность, культурологический подход (И.Т. Суравегина, Н.М. Мамедов, С.Е. Мансурова, С.Н. Глазачев); экология человека – основы безопасности жизнедеятельности (А.Н. Захлебный, С.В. Алексеев, Ю.Л. Хотунцев, В.В. Сапронов); культурно-деятельностный подход: человек – деятельность – среда (Е.Н. Дзятковская); идеи надпредметной области «Экология – здоровье – безопасность» (А.Н. Захлебный).

Педагогами-практиками разрабатывались интегрированные уроки и целые разделы (например «Уроки по основам безопасности жизнедеятельности, интегрированные с уроками географии, биологии, химии, экологии, обществознания» для 6-11 классов, автор – Е.Л. Гордияш, М.: Учитель, 2007. – 248 стр.).

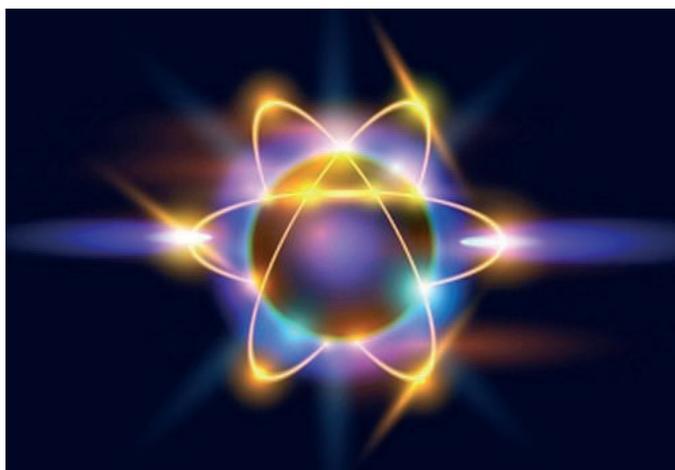
Предполагается следующая модульная структура предмета, направленная на достижение его новых результатов: «Экология экстремальных ситуаций», «Здоровый и безопасный образ жизни», «Безопасность и экология труда» (в т.ч. роль будущей профессии в решении проблем экологии, безопасности, здоровья), «Служение Отечеству» (в широком гражданском контексте, включая самоопределение в базовых национальных ценностях России, социальное партнерство для

устойчивого развития и др.), «Психология человека в условиях опасности», «Безопасность развития современной цивилизации».

Фактически, речь идет о проектировании модели новой системообразующей линии школьного образования с общекультурной направленностью и с развивающей образовательной функцией. Для нее характерна интеграция содержания на основе понимания системности проблем, ранее рассматривавшихся в разных предметах, курсах; универсальности законов функционирования и развития сложно организованных саморегулирующихся систем; связи моделей сбалансированного развития общества и природы с экологическим императивом, ресурсами адаптации и самовосстановления живых систем разного уровня; необходимости их мягкого управления; возрастания в обществе рисков роли умений предвидения, прогноза и упреждения рисков и угроз и т.д. Решение этих задач должно быть обеспечено психолого-педагогическими механизмами, направленными на формирование необходимых универсальных учебных действий, умений, компетенций; субъекта собственной учебной и социально-практической деятельности, обеспечивающего ее экологическую безопасность; командного и личного опыта такой деятельности не только в образовательных, но и внеобразовательных ситуациях; конструирование аппарата контроля, критериально оценивающего интегрированные результаты.

В новом интегрированном курсе определен спектр возможных миро-

воззренческих результатов. Среди них – предусмотренные стандартом интегрированные результаты: экологически целесообразный здоровый образ жизни, новое наполнение понятия здоровье, экологическая культура (рефлексивно-оценочные умения дополнены риск-рефлексией; расширен спектр экологически ориентированной деятельности и т.д.).



Понятие безопасности жизнедеятельности человека системно дополнено характеристикой безопасности на разных уровнях: личном, национальном, биосферном. Например, будут раскрыты темы личности в обществе рисков, необоснованных страхов (фобий), в том числе экофобии, радиофобии, и путей их предупреждения и преодоления, особенностей безопасной жизнедеятельности в условиях природных, техногенных, информационных рисков XXI века. В курсе полно отражается специфика отношения людей к природе в экологически неблагоприятной среде, рассматриваются

различные пути решения экологических проблем, в частности проблемы глобального изменения климата (например, перспективы использования безопасной ядерной и термоядерной энергетики как один из путей решения энергетических и экологических проблем). В пособии поставлены вопросы радиационной безопасности современного человека, радиации и здоровья человека, использования радиации в медицине (радиоизотопная медицина, радиология и пр.), современного мифотворчества, проблем достоверности информации и способов ее проверки. Молодые люди должны уметь различать мифы бытового сознания и научные знания, приводить примеры современного мифотворчества как проявления не достоверного, а эмоционально-бытового отношения к явлениям окружающей среды. Важно научиться применять экологическое мышление для оценки реальности или мифологичности отдельных экологических рисков или угроз здоровью и окружающей среде.

Вопросы безопасности жизнедеятельности, экологии и здоровья органично вошли в трудовую ориентацию школьников, предпрофильную и профильную подготовку и т.д. Новым результатом интегрированного курса выступает и учебная культура школьника, которая обеспечивает ему экологическую безопасность в информационно насыщенной среде.

Адекватное отражение вопросов радиационной безопасности в рамках курсов экологии и безопасности жизнедеятельности



Активное развитие ядерных технологий в нашей стране и в мире ставит перед обществом ряд серьезных вопросов, связанных с обеспечением радиационной безопасности человека и окружающей среды. Несмотря на то, что эту задачу призвано решать государство, каждый человек должен иметь адекватное представление о реальных опасностях, связанных с использованием радиоактивных веществ и ионизирующего излучения. Поэтому особенно важной становится задача преподнесения учащимся информации:

о том, что радиация является естественным фактором окружающей среды, и о вкладе природных источников радиации в дозу жителя Земли;

о рисках, связанных с использованием атомной энергии, в сравнении с другими рисками;

о проблемах, с которыми приходится сталкиваться при внедрении ядерных технологий, то есть о реальных последствиях аварийных ситуаций, об образовании радиоактивных отходов.

Радиация как фактор окружающей среды

Радиация, открытая уже более 100 лет назад, играет важнейшую роль в жизни человека. Сейчас все понимают, что основа жизни нашей страны, ее независимость, обороноспособность и энергетическая мощь держатся, в том числе, и на владении силами, сокрытыми в атомном ядре.

Уже в первых разделах учебников по экологии человека и окружающей среды должно быть разъяснено, что радиация – не что-то вредное и злое, а равноправный фактор окружающей среды, и она имеет природное происхождение.

Уже при изучении биосферы надо давать школьникам представление о роли радиационных факторов и процессов, происходящих при радиоактивных превращениях, в живой природе.

Место человека в биосфере известно, и оно не изолировано от воздействия радиации. Многие люди считают ее неким продуктом ядерной отрасли и сейчас, наверное, сложно доискаться до первоисточника такой точки зрения. Большой вклад в формирование подобного представления, безусловно, внесла авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году: тогда многие люди получили дозы, опасные для здоровья. Также справедливо предположить, что до сих пор сохраняется мощный эффект, произведенный боевым применением ядерного оружия в Хиросиме и Нагасаки в 1945 году. Еще надо учесть, что об авариях (да и о штатной деятельности ядерной отрасли) мы узнаём от журна-

листов, людей с гуманитарным образованием, зачастую неспособных разбираться в технических и медицинских тонкостях, и к тому же вносящих в свои публикации и выступления изрядную долю эмоций. Наконец, надо принять во внимание совершенно нормальный с точки зрения психологии страх человека перед непонятым явлением (а именно таким для большинства и является радиация) и подсознательную готовность предполагать самое худшее.

В представлении многих единственным источником опасной радиации является ядерная отрасль, радиоактивные изотопы, образующиеся в процессе работы атомных электростанций, радиохимических производств, испытаний ядерного оружия. При этом человек легко готов записать себя в категорию пострадавшего, даже получив совершенно незначительную дозу радиации.

А вообще, бывают ли незначительные, неопасные для здоровья дозы радиации? И если бывают, то какую дозу можно считать незначительной?

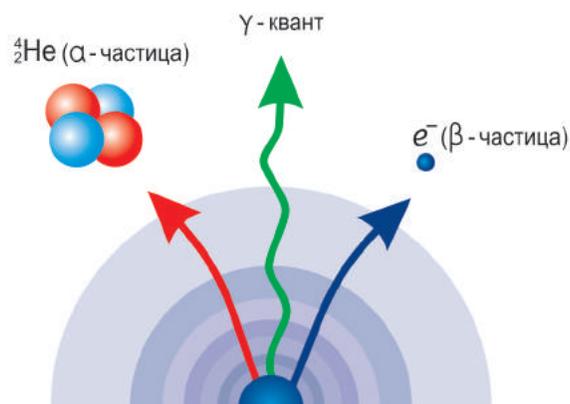
Постараемся ответить на эти и некоторые другие вопросы и провести более или менее четкую границу между реальной и вымышленной опасностью радиации.

Начать придется с расшифровки термина «радиация». «Радиация» – это в некотором роде обывательский термин, специалисты предпочитают определение «ионизирующее излучение».

Итак, радиация, или ионизирующее излучение – это поток частиц (электронов, протонов, электромагнитных квантов), способных ионизировать среду, то есть превращать нейтральные атомы и молекулы среды в частицы, имеющие положительный или отрицательный заряд (ионы). При воздействии радиации на организм человека процесс ионизации идет непосредственно в клетках тканей и органов; и если источник излучения обладает достаточной мощностью, ни к чему хорошему это не приводит. Но давайте перед обсуждением последствий сначала рассмотрим основные типы радиации; определимся, с чем мы имеем дело.

Радиоактивные изотопы способны испускать излучение трех типов:

- альфа-излучение – поток альфа-частиц – ядер гелия (${}^4_2\text{He}$), обладающих высокой энергией,
- бета-излучение – поток бета-частиц (бета-частица – это электрон e^- или, реже, – позитрон e^+), также имеющих большую энергию,
- гамма-излучение – поток гамма-квантов (то есть высокоэнергетического электромагнитного излучения, природа которого аналогична природе света).



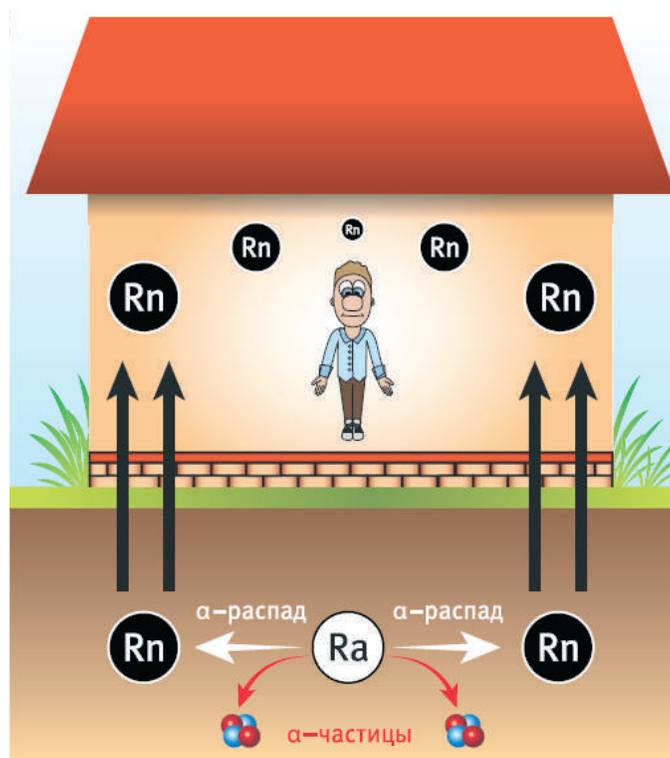
Виды излучения, испускаемого радиоактивными веществами

Однако ионизирующее излучение совсем не обязательно связано с техногенными радионуклидами. В каждой вещи, в каждом предмете, которые нас окружают, в том числе в питьевой воде и самом воздухе содержатся природные или естественные радиоактивные изотопы, которые изначально присутствовали на Земле и сопровождают жизнь с момента ее зарождения. Наибольший вклад в годовую дозу облучения вносят именно природные источники: их доля составляет около 4/5. Причем это справедливо даже для регионов России, наиболее пострадавших от Чернобыльской аварии. Например, в Брянской области доля природного облучения составляет 79 процентов.

Рассмотрим подробнее природные источники, то есть из чего складываются 4/5 дозы.

Самым значимым естественным радиоактивным изотопом, вносящим наибольший вклад в облучение человека, является радон (${}^{222}\text{Rn}$) — радиоактивный благородный газ, образующийся в результате распада радия (${}^{226}\text{Ra}$). Механизм таков: если в почве или материале, используемом для строительства, содержится повышенное количество ${}^{226}\text{Ra}$, то из него будет

выделяться радон, который не удерживается внутри грунта или строительных конструкций, а свободно выходит в воздух. Радон может накапливаться в закрытых, мало проветриваемых помещениях. С воздухом он попадает в легкие и разносится кровью по органам и тканям, что приводит к внутреннему облучению организма. Важно отметить, что радон вносит более чем весомый вклад в дозу – около 1/2.

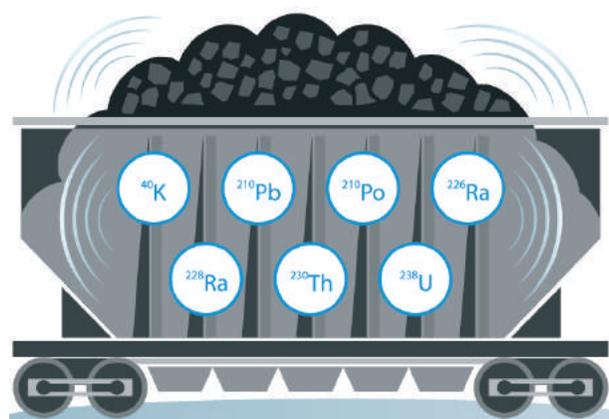


Радон, накапливаясь в закрытых помещениях, способен создавать повышенные дозовые нагрузки

Поступление радона в здания можно снизить, оборудовав подвальные помещения вентиляцией, выполнив бетонирование подвала и заделав щели в межэтажных перекрытиях, – эта простая мера оказывается очень действенной. Рекомендуется чаще проветривать помещения, проводить влажную уборку (продукты радиоактивного распада радона закрепляются на частичках пыли), оборудовать вытяжку

над газовой плитой, кипятить питьевую воду. Строительные материалы и проекты зданий сейчас проходят радиационно-гигиенический контроль, но в прежние годы он не проводился.

Другие природные радионуклиды, находящиеся в земной коре, воде, воздухе, поступающие в организм вместе с ними, пищей растительного и животного происхождения дают около 1/4 дозы. Иногда это значение может быть превышено за счет техногенного концентрирования природных радионуклидов в производственных процессах. Подобная ситуация возникает, например, при добыче и транспортировке нефти и природного газа, производстве минеральных удобрений, сжигании угля и мазута на тепловых электростанциях. ^{40}K , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{238}U – и это еще неполный список естественных радиоактивных изотопов, которые могут обусловить повышенные дозовые нагрузки.



Вагон с углем везет не только уголь, но и целый набор природных радиоактивных изотопов

Естественные радиоактивные изотопы – не единственный источник природной радиации. Атмосфера Земли непрерывно подвергается действию галактического космического излуче-



Атмосфера Земли в значительной степени защищает нас от космического излучения

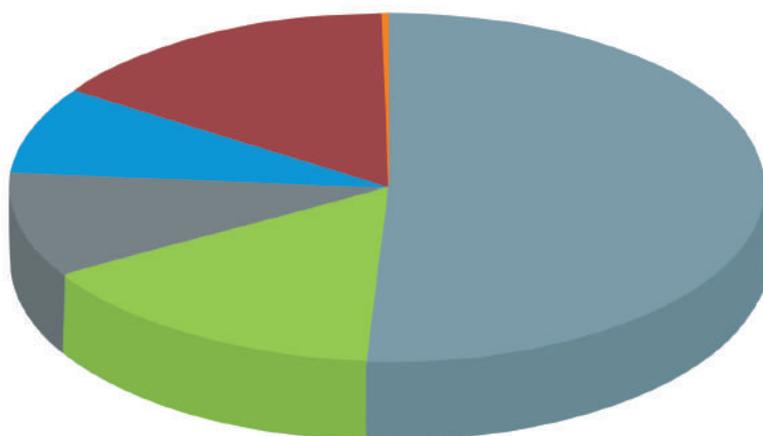
ния и излучения Солнца. В основном, до границ атмосферы долетают электроны, протоны и альфа-частицы – компоненты первичного космического излучения. Взаимодействуя с газами, формирующими атмосферу планеты, они приводят к возникновению вторичного космического излучения, представленного мюонами и гамма-квантами. Однако атмосферная «шуба» Земли играет роль защитного экрана, поэтому на уровне моря вклад космического излучения достаточно мал (для жителей равнин – около 1/10 от годовой дозы).

1/6 суммарной годовой дозы мы получаем при медицинских процедурах (флюорографии, рентгенографии и т.п.), причем эта доля постепенно снижается за счет внедрения современной цифровой медицинской техники.

Но если природные источники дают примерно 4/5 от дозы среднего жителя России, а медицина ответственна за ее 1/6, то это означает, что

предприятия атомной отрасли и других отраслей (нефтегазовой, традиционной энергетики) вносят минимальный вклад в дозу – на уровне 1/30! Именно поэтому в рамках учебника необходимо дать адекватное представление о том, что вовсе не АЭС вносит основной вклад в дозу облучения населения.

Важно также, что действие на организм излучения природных и техногенных радионуклидов никак не различается. Величина, позволяющая оценить влияние радиации на организм, называется эффективной дозой. Соответственно, значение для нас имеет вовсе не происхождение источника излучения, а полученная от него эффективная доза. Среднегодовая эффективная доза россиянина составляет около 4 миллизивертов, и природные источники отвечают примерно за 84 % этой величины, медицинские процедуры – за 15 %, а техногенные дают менее 0,3 %.



Доля различных источников облучения в дозе среднего россиянина

Радиационные и другие антропогенные риски

Как и любой другой фактор окружающей среды, радиация создает определенные риски для здоровья и жизни человека. При изучении антропогенного загрязнения природной среды необходимо дать абсолютную оценку и радиационному загрязнению. Любое загрязнение вредно: хоть химическое, хоть радиационное, хоть электромагнитное, – любое. Но о масштабах и потенциальной опасности загрязнения должно быть дано адекватное представление. Необходимо решительно развенчать мифы, искусственно созданные вокруг радиации, а точнее ее действия на человеческий организм. Рассмотрим риски для населения и профессионалов.

Часто приходится сталкиваться с пугающим мнением, что любое облучение повышает вероятность развития онкологических заболеваний. Население регионов, где расположены атомные электростанции (АЭС), легко объясняет такие заболевания действием радиации независимо от расстояния

до ближайшей АЭС.

Надо четко понимать, что современный человек постоянно подвергается воздействию канцерогенных факторов, и в их ряду радиация занимает последние позиции. Известно, например, что курение является первопричиной 30 процентов случаев рака легких, но этот факт не доводит курильщиков до состояния истерического ужаса. Люди вдыхают выхлопные газы, едят пищу, в которой содержание канцерогенов может в десятки раз превышать приемлемые уровни, испытывают на себе воздействие выбросов предприятий химической промышленности, содержащих широкий спектр различных канцерогенов, и особо не волнуются по этому поводу. Мало кто задумывается, что риск смерти от проживания рядом с крупной угольной ТЭЦ примерно в тысячу раз выше, чем в случае с АЭС.

Но если речь заходит о радиации, то отношение меняется кардинальным образом. Возникает безосновательный страх, который не подтверждается

имеющимися данными. Мы как-то забываем, что даже люди, получившие высокую дозу, совсем не обязательно становятся онкологическими больными. Ярким примером является радиотерапия, которая широко используется для лечения злокачественных опухолей. В ходе медицинского облучения пациенты могут получать дозы, близкие к «смертельным», и при этом выздоравливать, зачастую полностью возвращаясь к нормальной жизни.

Иногда приходится слышать, что облучение приводит к генетическим отклонениям.

Это утверждение также входит в число самых пугающих, поэтому в ряду факторов, вызывающих радиофобию, его можно поставить на второе место. Тем не менее, оно является мифом, слабо связанным с реальными фактами. Для его «укрепления в мозгах» очень многое сделали писатели-фантасты и сценаристы всевозможных фантастических фильмов: сплошь и рядом мы встречаемся с «добрыми» мутантами, помогающими главным героям, и «злыми» мутантами, мечтающими теми же героями поужинать. При этом мутантами становятся неизменно в результате кошмарной радиации. Эти сюжеты настолько часто возникали в кино, книгах и видеоиграх, что стали восприниматься, как само собой разумеющееся: творческий вымысел постепенно подменил реальность.

А в реальности дело обстоит не так, как хотелось бы искателям сенсаций. Впрочем, и в реальных представлениях о мутагенности радиации тоже существуют разночтения. Специалисты однозначно сходятся на том

факте, что особой чувствительностью к радиации обладает организм плода в материнской утробе в период с 8 по 15 неделю беременности. Однако это не относится к генетическим мутациям, поскольку отклонения у ребенка не передаются по наследству.

Непосредственно в отношении генных мутаций половых клеток, вызванных действием радиации, специалисты сильно расходятся во мнениях. Так, по осторожным оценкам генетиков, разовая доза до 250 миллизивертов не приводит к нарушениям генетического материала. Надо иметь в виду, что эта доза примерно в сто раз превышает среднестатистическую дозу облучения. Обычному человеку будет сложно ее получить даже в случае радиационной аварии.

По другим оценкам, этот порог еще выше. Соответственно, даже для получивших смертельную дозу людей шансы родить «ребенка-мутанта» крайне малы.

При таком многообразии оценок разобраться, какие данные правдивы, а какие нет, довольно сложно, учитывая, что на людях опыты проводить нельзя. Наверное, самым убедительным аргументом можно считать результаты исследований японских детей, родителями которых были люди, получившие высокие дозы облучения при ядерной бомбардировке Хиросимы и Нагасаки. Всего было обследовано около 27 тысяч детей, и суммарное количество генетических отклонений у них оказалось лишь на два случая больше по сравнению с контрольной (необлученной) группой. При этом следует отметить, что данные исследования прово-

дили японские врачи – представители нации, наиболее пострадавшей от действия радиации. Естественно, они не были заинтересованы в подтасовке результатов наблюдений.

Не менее важной проблемой является обеспечение безопасности персонала предприятий, на которых люди имеют дело с источниками радиации.

Говоря о профессиональном риске, необходимо выделить два периода существования атомной отрасли. Период становления был связан с массовым производством ядерного оружия, в это время специалисты еще не обладали глубокими знаниями о вредном воздействии радиации; и случаи опасного облучения имели место, в основном, именно в это время (при безаварийной эксплуатации). В более поздний, «мирный» период ставка была сделана на выработку электроэнергии, и охране здоровья стали уделять гораздо больше внимания.

На протяжении последних десятилетий прилагались значительные усилия по повышению уровня безопасности ядерных объектов, в первую очередь, АЭС. Совершенствовались способы обращения с источниками излучения, и, естественно, разрабатывались меры по снижению уровней облучения персонала. И если для работников первых радиохимических производств вероятность появления злокачественных заболеваний была чуть ли не в два раза выше по сравнению со средним уровнем, то сейчас ситуация изменилась кардинально. По результатам исследований, проведенных в конце прошлого века в Великобритании, уровень заболеваемости

среди людей, работающих с радиацией, ниже по сравнению с контрольной группой, в частности смертность от лейкемии оказалась ниже на 12 процентов, от рака – на 17 процентов. Схожие результаты были получены в Канаде, США и Японии.

Попробуем взглянуть на вопрос еще и с другой стороны. Известно, что аварии и несчастные случаи на предприятиях ядерного топливного цикла происходят гораздо реже, чем на производствах, связанных с тепловой энергетикой на угле и газе. Например, при добыче угля на угольных шахтах в России ежегодно погибают сотни людей. Для современных урановых шахт это число намного ниже. На практике это означает, что один год работы крупной угольной станции забирает жизни 3-4-х человек. А в ядерной отрасли коэффициент смертности для занятых в ней специалистов ниже в 6-32 раза (по разным оценкам) по сравнению с угольной энергетикой и в 1,5-9 раз по сравнению с газовой энергетикой.

Поэтому сотрудники современной ядерной отрасли вовсе не являются «смертниками», которым не жалко себя и своих будущих детей.

Можно попытаться рассмотреть проблему «экологичности» атомных электростанций и с другой стороны, проанализировав реальную картину ее воздействия на окружающую среду и человека в сравнении с другими энергетическими производствами.

К сожалению, распространено мнение, что атомные станции сильно загрязняют окружающую среду. В действительности, можно с уверенностью сказать прямо противополож-

ное: ядерная энергия – самая чистая. Количество радиоактивных изотопов, выбрасываемых атомными станциями, настолько мало, что никак не может повлиять ни на человека, ни на биосферу в целом. Регулярные исследования демонстрируют, что население в городах-спутниках АЭС более здоровое, чем в среднем по России. На территории вокруг АЭС радиационный фон всегда находится в пределах нормы, и это легко можно проверить, воспользовавшись сайтом www.russianatom.ru. В то же время АЭС выбрасывает некоторое количество радионуклидов в пределах допустимых величин, установленных Роспотребнадзором. Означает ли это, что атомная станция оказывает воздействие на население? – Да. Но... тепловые станции на угле и мазуте оказывают гораздо более серьезное радиационное воздействие на население окружающих территорий, чем атомные электростанции. Это связано с природ-

ными радионуклидами, которые содержатся в полезных ископаемых, в частности, угле и мазуте. При сжигании на тепловых станциях часть этой природной радиации выбрасывается в воздух.

Кроме того, «сжигание» ядерного топлива в реакторе не сопровождается выбросами в атмосферу колоссального количества нерадиоактивных, но химически опасных веществ, которые в избытке образуются при горении ископаемого топлива: оксидов серы и азота, летучих соединений тяжелых металлов, наконец, углекислого газа (CO_2), являющегося виновником парникового эффекта. АЭС не потребляет кислород и практически не выбрасывает токсичные газы. Доля АЭС в объеме загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух всеми предприятиями Российской Федерации, уже на протяжении многих лет составляет менее 0,01 %.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ВЫБРОСАМ В АТМОСФЕРУ ТЕПЛОВЫМИ СТАНЦИЯМИ И АЭС, НА 1 ГВТ*

Показатели	Тепловые электростанции, тыс. т	АЭС, тыс. т
Оксидов серы (SO_x)	3	0,005
Оксидов азота (NO_x)	0,75	0,001
Окиси углерода (CO)	0,06	0,0001
Взвешенных веществ	0,2	0,0003
Углекислого газа (CO_2)	1 103	0
ИТОГО	1 107	0,0062

* По данным «Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 г.»

По медицинским данным риск смерти от проживания вблизи АЭС в тысячу раз меньше, чем вблизи угольной теплоэлектростанции (и в сто – тысячу раз меньше, чем от существующего сильного загрязнения воздушной среды). В абсолютных цифрах для нашей страны это пять-семь тысяч смертей в год от проживания вблизи угольных станций, десятки тысяч смертей в год от сильного загрязнения атмосферы, но менее одного смертельного случая в год из-за проживания вблизи атомной станции.

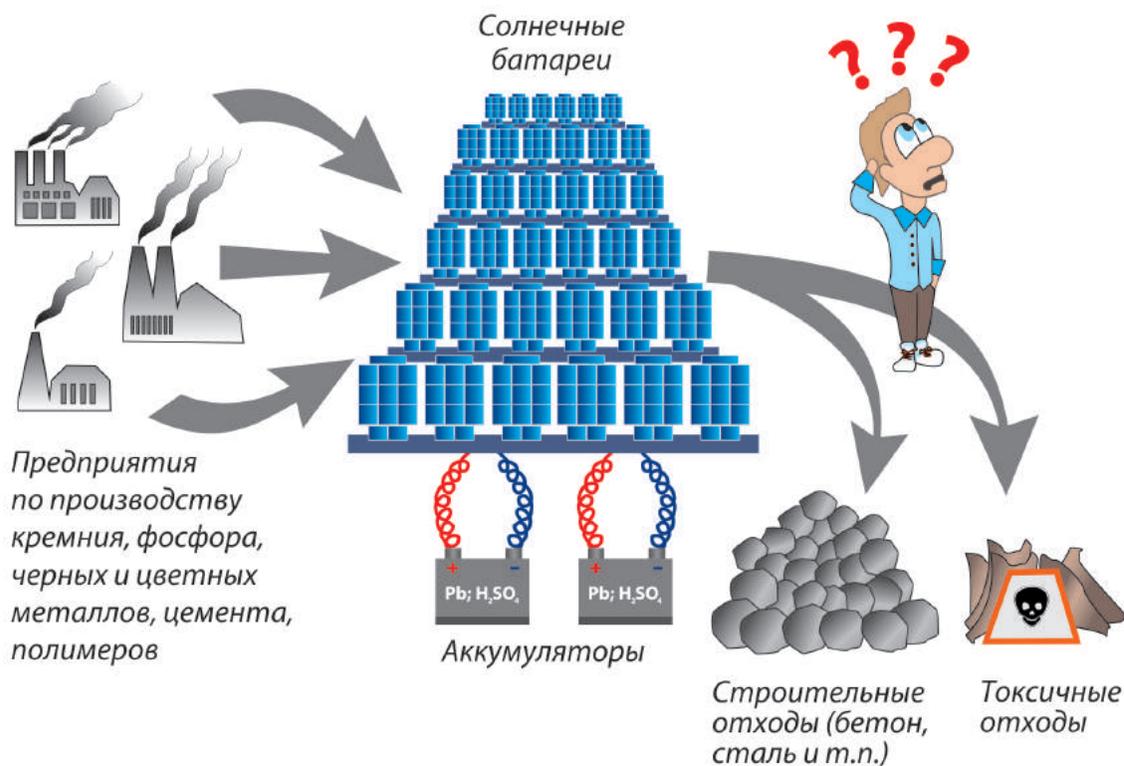
Отсюда вывод: чтобы сберечь население и окружающую среду, выгоднее строить АЭС, а не угольные ТЭЦ. А жить около атомной станции менее опасно, чем в крупном городе; рядом с АЭС природа чище.

Однако энергию можно произво-

дить не только на тепловых, атомных и гидроэлектростанциях: в последний период все большую популярность приобретают генерирующие установки, использующие так называемые возобновляемые источники энергии.

Под возобновляемыми источниками мы понимаем те источники, которые, в отличие от полезных ископаемых, принципиально нельзя исчерпать: это энергия ветра, солнца, геотермальные процессы, приливы и отливы.

Основная ставка при этом делается, конечно же, на солнечные и ветряные электростанции. С одной стороны, все достаточно гладко: и солнце, и ветер несут колоссальное количество энергии, которого с лихвой хватило бы, чтобы заменить все тепловые, атомные и гидроэлектростанции, вместе взятые.



Реальные отходы при использовании солнечных батарей

Все эти рассуждения справедливы, но они не отменяют основных недостатков такой «зеленой» энергетики. Главный минус заключается в рассеянности энергии солнца и ветра: то есть, хотя энергии много, собрать ее затруднительно. По самым оптимистичным оценкам, солнечная (ветряная) электростанция будет занимать в тридцать (в шестьдесят) раз больше места, чем ядерный энергоблок аналогичной мощности; а в реальности же ветряки или солнечные батареи могут оккупировать территорию, равную площади крупного мегаполиса.



Сейчас этот регион получает электроэнергию от АЭС



Так будет, если вместо АЭС поставить ветрогенераторы

Один и тот же пейзаж – с ветряками и без них

Ветряные станции актуальны только для тех регионов, где постоянно дуют сильные ветры, а у нас в России это всего 10 процентов площади страны. Но и здесь есть свои подводные камни: например, в Индии огромная территория была застроена ветряками с суммарной мощностью около 3 гигаватт (эквивалент двух-трех ядерных энергоблоков). Но неожиданно в данной местности произошло изменение направления и скорости ветра, и в результате выработка энергии упала на 40 процентов, то есть каприз природы за короткий период «слизнул» мощность, эквивалентную крупной ядерной установке.

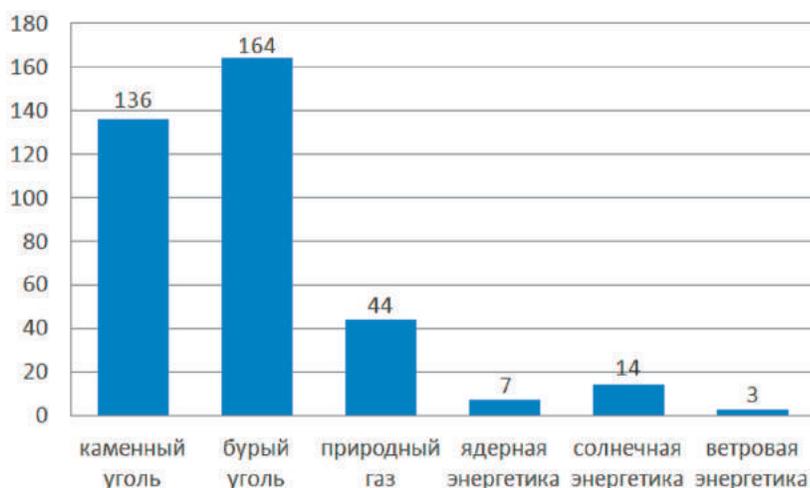
Но если ветер может дуть и днем, и ночью, то Солнце не предоставляет такой возможности: ночью, а также при пасмурной погоде поток энергии резко снижается. А поскольку регионам необходимо бесперебойное энергоснабжение, то выход остается один – использование аккумуляторов с очень большой емкостью. На данный момент таких устройств, которые могли бы снабжать энергией крупный город в течение нескольких часов и при этом обладать разумными размерами, попросту не существует.

«Чтобы с помощью солнечных коллекторов производить электроэнергию в количествах, эквивалентных мощности атомной электростанции из четырех блоков по 1 300 МВт (эл), каждый из которых занимает площадь, сравнимую с футбольным полем, необходимо было бы полностью покрыть солнечными элементами поверхность, равную площади всего побережья Франции, то есть по-лосу земли более чем 1 000 километров длиной и 100 метров шириной.» Бруно



Сравнение площади для размещения различных электростанций
Комби. «Защитники природы за атомную энергию». М. 2009.

В завершение обсуждения рисков приведем еще одну показательную диаграмму. Эти фактические данные также свидетельствуют в пользу атомной энергетики.



Ущерб здоровью населения (в потерянных годах жизни человека-лет на 1 ТВт-час выработанной энергии)

Проблемы использования ядерных технологий

В различных учебных курсах, посвященных вопросам промышленной экологии, необходимо предоставлять реальные сведения о проблемах, связанных с использованием ядерных технологий. Как и в большинстве случаев, следует упомянуть об авариях и об образовании отходов, дав соответствующие количественные и качественные характеристики.

Скорее всего, следует начать с радиоактивных отходов, поскольку они образуются при нормальной работе предприятий и организаций, эксплуатирующих радиоактивные вещества. В частности, это касается атомных электростанций.

Многие считают, что основным фактором, определяющим опасность отходов, является «внутренне присутствующая им токсичность». Нужно признать, что материалы, содержащие радиоактивные вещества в повышенных количествах, действительно представляют опасность. Но это лишь одна сторона медали. С другой стороны, радиационная опасность этих отходов может проявиться лишь в том случае, если они попадут в окружающую среду. И можно с уверенностью утверждать, что в настоящее время такой возможности они лишены. На каждой атомной станции и радиохимическом производстве существует система сбора, хранения и переработки радиоактивных отходов (РАО).

Все вновь образующиеся отходы хранятся в специальных емкостях и хранилищах, расположенных на терри-

тории ядерных объектов, обнесенных высокими заборами с колючей проволокой и обеспеченных надежной охраной. Для перевозки радиоактивных отходов используется специальный транспорт, оборудованный защитой от радиации. Куда же, собственно, их везут? Эти РАО попадают на специальные предприятия, входящие в сеть ФГУП «РосРАО». Здесь отходы кондиционируют, то есть переводят в химически стойкое, экологически безопасное состояние. И уже в таком, безопасном для окружающей среды, виде их помещают в специальные хранилища.

РАО хранятся только в твердом виде в специальных бочках и контейнерах. Причем материалы для отверждения РАО должны удовлетворять особым требованиям по механической прочности и химической инертности.

Интересно, что работникам нефтегазового комплекса, который по негативному воздействию на окружающую среду занимает едва ли не первое место, также приходится иметь дело с радиоактивным загрязнением и радиоактивными отходами. Дело в том, что вместе с нефтью и газом на поверхность из недр извлекаются природные радионуклиды. При этом загрязнению подвергаются обширные территории, на которых осуществляется добыча, транспортировка и переработка нефти, газа и конденсата, загрязняются технологические емкости и пруды-отстойники, хранилища нефтешламов, установки разделения нефти, газа и пластовой воды. Уровни радиации зачастую пре-

вышают допустимые величины. Несмотря на это, к радиационной угрозе отходов в нефтегазовой сфере относятся не слишком внимательно: радиоактивные отходы зачастую лежат под открытым небом, а загрязненное оборудование не окружено специальной защитой.

Таким образом, получаем парадоксальный факт: РАО, образующиеся в ядерной отрасли, изначально являются опасными, но благодаря специальным мерам обращения их реальная опасность для окружающей среды и населения оказывается гораздо меньше, чем «обычных» химических отходов, образующихся в различных отраслях промышленности и тепловой энергетике.

Аварийные ситуации отличаются от нормальной работы возникновением риска повышенного облучения персонала и населения, а также масштабным образованием радиоактивных отходов. Очень важно рассказывать о радиационных авариях в сравнении с авариями, имевшими место, например, в традиционной энергетике и в химической промышленности.

О Чернобыльской аварии говорят многие, но мало кто вспоминает крупнейшую в истории техногенную аварию в Бхопале (Индия). 3 декабря 1984 года на химическом заводе компании Union Carbide произошел выброс 42 тонн токсичного метилизоцианата. В результате аварии погибли, по меньшей мере 18 тысяч человек. Хронические заболевания получили не менее 50 тысяч человек. Последствия выброса сказываются на загрязненных землях до сих пор. Но о бхопальской аварии забыли, а «чернобыльскую тему» некоторые

журналисты и экологи продолжают муссировать ради достижения своих личных и далеко небескорыстных целей, не считаясь с объективными фактами.

Мы ни в коем случае не хотим представить Чернобыльскую аварию как малозаметный факт. Безусловно, это – трагедия для отрасли, для страны, и, в первую очередь, это – человеческая трагедия. По Чернобылю были сделаны самые серьезные выводы – политические, организационные, технические, медицинские, социальные и другие. И сегодня уже есть уверенность в безопасности наших атомных электростанций – этот факт признан международным сообществом.

При рассмотрении чрезвычайных ситуаций в курсе ОБЖ необходимо четко и ясно изложить, как действовать в условиях катастроф, аналогичных той, что произошла в 2011 году на северо-востоке Японии. В результате катаклизма погибли около 20 тысяч человек. В то же время, ни один человек не погиб от действия техногенной радиации на АЭС «Фукусима-1».

И надо обязательно отметить, что, несмотря на очень неблагоприятные стечения обстоятельств природной катастрофы, развитие атомной энергетики не прекратилось.

Однако после аварии на АЭС «Фукусима-1» в Японии создается впечатление, что риск аварии на атомной станции неадекватно велик.

Вообще, это довольно сложный вопрос: какой риск считать оправданным? В идеале вероятность инцидента на АЭС с негативными последствиями для человека и окружающей среды

должна быть равна нулю. Но любой технический специалист знает, что это в принципе невозможно. Теоретически вероятность аварии существует при эксплуатации любого сложного промышленного объекта, будь то угольная шахта, гидроэлектростанция, химический комбинат или АЭС. Приведем простой пример. Существует ненулевая вероятность даже того, что нам на голову упадет самолет (такое тоже случается). Однако наш покой это обстоятельство не тревожит. Тем не менее, если мы не можем полностью устранить вероятность аварии, то должны снизить ее до пренебрежимо низкого уровня. Следовательно, перед проектировщиками стоит сложная задача: снизить вероятность тяжелой аварии на АЭС с выбросом радионуклидов в окружающую среду до такого значения, чтобы оно было сравнимо с вероятностью падения самолета. И тогда даже самый закоренелый противник ядерной энергетики сможет спокойно принять факт строительства АЭС в регионе его проживания.

Посмотрим, насколько российские специалисты продвинулись в решении этой задачи?

Вот данные по пожизненным рискам для жизни и здоровья среднего россиянина:

Какова же вероятность риска серьезной аварии на АЭС с выбросом радионуклидов за пределы санитарно-защитной зоны? Проектировщики хорошо поработали: для современных реакторов она составляет около 10^{-7} на реактор в год. Это означает, что в конкретном реакторе такая авария может произойти один раз в десять миллионов лет. Вернемся к самолетам: приемлемый риск падения крылатой машины на здание (в котором, возможно, находимся и мы) – также около 10^{-7} на одно здание в год. При этом ядерных энергетических реакторов в нашей стране чуть более тридцати, а количество зданий только в одной Москве превышает 100 тысяч.

Так как же относиться к атомной энергетике и связанным с ней радиационным рискам? На сегодняшний день опасность, исходящая от АЭС, крайне низка. И к этой минимальной опасности следует относиться, как к разумной плате за технический прогресс. Если вспомнить историю, то в свое время консервативные слои общества очень негативно относились к новым видам транспорта. И что же? Современная жизнь без них невозможна. Приходится признать, что технический прогресс наряду с преимуществами имеет и не-

Источник риска	Величина (вероятность)
Заболевание раком	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Стихийные бедствия (наводнения, землетрясения, ураганы)	10^{-6}
Среда обитания (загрязнение окружающей среды, взрывы, пожары, отравления, ДТП и др.)	10^{-3}
Социальные проблемы (преступность, терроризм, военные действия, курение, наркомания)	10^{-4} - 10^{-2}
Занятие экстремальными видами спорта	до 10^{-2}

которые неприятные последствия. С другой стороны, стоит задуматься о том, какие нерадостные перспективы ожидают нашу страну в случае отставания в ключевых технических сферах, к которым относится атомная энергетика. Великая страна должна поддерживать свое лидерство. Сохранение и приумножение ядерных знаний и ядерных технологий наряду с постоянной работой по повышению безопасности становится одной из приоритетных задач России в новом веке.

Завершая этот краткий обзор, хотелось бы отметить, что при рассмотрении основ экологической безопасности необходимо уделить внимание вопросам безопасности в ядерной отрасли – одной из важнейших сфер отечественной экономики. Здесь необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- атомная энергетика и окружающая среда;
- научно-экологическое обоснование широкомасштабного внедрения атомной энергетики;
- основы экологической, ядерной и радиационной безопасности;
- основы безопасности действующих российских атомных электростанций. Основные принципы: многобарьерность, глубокоэшелонированная защита, сейсмозащищенность;
- системы безопасности АЭС: аварийной защиты реактора, аварийного ввода бора, впрыска высокого давления, аварийного охлаждения активной зоны, удаления водорода, отвода остаточного тепла и рас-

холаживания; значимость этих систем необходимо разъяснять на примере процессов, происходивших на аварийной японской АЭС;

- учет факторов экологической, ядерной и радиационной безопасности при проектировании, размещении и строительстве атомных электростанций;
- мониторинг состояния окружающей среды в районах расположения АЭС (ЕГ АСКРО).

Разъяснение этих вопросов имеет первостепенное значение, так как мифы живучи, и в сознании многих людей сохраняется боязнь всего «атомного». Люди умирают от курения, пьянства и валят все на «плохую экологию». Даже если где-то и есть «плохая экология» (иначе говоря, сочетание неблагоприятных природных и антропогенных факторов), то «участие» в ней радиационных факторов составляет буквально доли процента. Соблюдение правил личной экологической безопасности в большей степени касается чистого воздуха, воды и правильного образа жизни.



Экологическое образование и адекватное понимание радиационной безопасности

(краткое учебное пособие для всех)

Акатов А.А., Захлебный А.Н., Коряковский Ю.С.
Под редакцией члена-корр. РАН Грачева В.А.



АНО «Информационный центр
атомной отрасли»
2013



www.osatom.ru



Библиотечка Общественного совета
Госкорпорации «Росатом»
2013



Издательство: АНО «Информационный центр атомной отрасли»

Подписано в печать:

Формат

Бумага _____ Гарнитура _____

Печать офсетная. Тираж _____

Отпечатано в типографии _____



завтра будет!

информационные центры
по атомной энергии



ISBN 978-5-906237-03-3



9 785906 237033

www.osatom.ru