Федеральное агентство по образованию ГОУ ВПО УГТУ УПИ

Кафедра технологии топлива

Предмет Экология

Реферат

**Экологические проблемы атомных электростанций**

Екатеринбург 2007

**Содержание**

Введение 3

Атомные электростанции и экологические проблемы, возникающие при

их эксплуатации 4

Оценка риска от АЭС 7

Здоровье в зоне АЭС 10

Обеспечения радиационной безопасности 12

Судьба отработанного ядерного топлива 14

Последствий аварии на Чернобыльской АЭС в России 16

Заключение 20

Список литературы 21

**Введение**

Значительный рост мирового энергопотребления в XXI веке неизбежен, особенно в развивающихся странах. Глобальное потребление энергии, по всей видимости, удвоится к середине века, даже если исходить из очень низких темпов роста. Этот рост зависит от развития мировой экономики, роста населения и стремления к более равномерному распределению потребления энергии по регионам мира.

В ближайшие десятилетия углеводородное топливо будет продолжать служить главным источником энергии, однако освоенные его месторождения исчерпываются, а введение в оборот новых требует все больших инвестиционных затрат. Следствием этого должны стать постепенные изменения в инфраструктуре производства энергии, обусловленные как экономическими (повышение цен и их изменчивость), так и природоохранными факторами, а также дальнейшим развитием технологий новых видов топлива.

В последнее время большое внимание в международных дискуссиях уделялось экологическим последствиям использования ископаемого топлива. Введение глобальных ограничений на выбросы парниковых газов и региональные ограничения на другие загрязнители атмосферы серьезно повлияют на структуру эволюционирующей мировой энергетики и потребуют значительных дополнительных инвестиций для сдерживания роста выбросов.

Позитивному решению этих проблем будет способствовать развитие ядерной энергетики. Чтобы в глобальном масштабе существенно повлиять на производство энергии, обеспечить энергетическую безопасность и ослабление парникового эффекта, производство ядерной энергии должно быть увеличено к середине века в 4-5 раз от ныне достигнутого. Наличие ядерных мощностей такого масштаба поднимает очень важные вопросы ресурсной обеспеченности дешевым топливом, обращения с отходами и распространения ядерного оружия. Очевидно, что при дальнейшем развитии ядерной энергетики необходимо обеспечить также экономическую приемлемость и соблюдение критериев технической безопасности. Крупномасштабное развитие ядерной энергетики предполагает ее использование в большем числе стран, чем в настоящее время. Это, учитывая связанные с ядерной энергетикой проблемы безопасности и нераспространения, ставит дополнительные задачи в ее развитии.

Говоря об экономической приемлемости ядерной энергетики, следует помнить, что она занимает свою нишу среди производителей энергии. В настоящее время во многих странах она обеспечивает базовую электрическую нагрузку, а в России, кроме того, высвобождает для экспорта дополнительные объемы органического топлива. В перспективе ядерная энергия будет постепенно замещать природный газ в производстве тепла для технологических процессов, и в конечном счете обеспечит производство водорода из воды, что сохранит природное органическое сырье для неэнергетического применения. Кроме того, в перспективе будет освоено опреснение морской воды с использованием ядерной энергии.

В мире имеется достаточное количество ядерных материалов для обеспечения потребностей ядерной энергетики в топливе на многие десятилетия вперед, даже при работе в открытом цикле. Однако в дальнейшем она неизбежно столкнется с ограниченностью ресурсов дешевого урана. В связи с этим придется неминуемо реализовать замыкание топливного цикла и расширенное воспроизводство топлива при использовании в качестве сырья урана и тория. Внедрением таких инновационных ядерных технологий проблемы ресурсов ядерного топлива могут быть вообще сняты.

Исключительную важность имеет проблема обращения с большими объемами руды при добыче урана, отработанным топливом и высокорадиоактивными отходами. Сюда относятся работы по эффективным методам переработки отработавшего топлива, по сжиганию наиболее опасных актинидов и, возможно, долгоживущих продуктов деления.

**Атомные электростанции и экологические проблемы, возникающие при их эксплуатации**

С конца 1960-х годов начинается бум ядерной энергетики. В это время возникло две иллюзии, связанных с ядерной энергетикой. Считалось, что энергетические ядерные реакторы достаточно безопасны, а системы слежения и контроля, защитные экраны и обученный персонал гарантируют их безаварийную работу, а также считалось, что ядерная энергетика является «экологически чистой», т.к. обеспечивает снижение выброса парниковых газов при замещении энергетических установок, работающих на ископаемом топливе.

Иллюзия о безопасности ядерной энергетики была разрушена после нескольких больших аварий в Великобритании, США и СССР, апофеозом которых стала катастрофа на чернобыльской АЭС. Катастрофа в Чернобыле показала, что потери при аварии на ядерном энергетическом реакторе на несколько порядков превышают потери при аварии на энергетической установке такой же мощности, использующей ископаемое топливо. В эпицентре аварии уровень загрязнения был настолько высок, что население ряда районов пришлось эвакуировать, а почвы, поверхностные воды, растительный покров оказались радиоактивно зараженными на многие десятилетия. При этом в отношении чернобыльского выброса многое остается неизвестным, и риск здоровью населения от аварийных выбросов этой АЭС существенно занижен, т.к. в большинстве стран СНГ отсутствует хорошая медицинская статистика. Рядом исследователей США было установлено, что с мая по август 1986 года, наблюдался значительный рост общего числа смертей среди населения, высокая младенческая смертность, а также пониженная рождаемость, связанные не исключено с высокой концентрацией радиоактивного йода-131 из чернобыльского облака, накрывшего США.

За четыре летних месяца возросло количество смертей от пневмонии, разных видов инфекционных заболеваний, СПИДа по сравнению со средним числом смертей за этот период в 1983-85 годах. Все это с высокой статистически достоверной вероятностью связано с поражением иммунной системы чернобыльскими выбросами.

Такой же точной статистики нет и для большинства других стран, исключая Германию. На юге Германии, где чернобыльские выпадения были особенно интенсивными, младенческая смертность возросла на 35%.

Однако опасность ядерной энергетики лежит не только в сфере аварий и катастроф. Даже без них около 250 радиоактивных изотопов попадают в окружающую среду в результате работы ядерных реакторов. Эти радиоактивные частицы вместе с водой, пылью, пищей и воздухом попадают в организмы людей, животных, вызывая раковые заболевания, дефекты при рождении, снижение уровня иммунной системы и увеличивают общую заболеваемость населения, проживающего вокруг ядерных установок.

Департамент общественного здравоохранения штата Массачусетс с 1990 года установил, что у людей, живущих и работающих в двадцатимильной зоне АЭС «Пилигрим», около города Плимут, в 4 раза выше заболеваемость лейкемией, чем ожидалось. Статистически заметное увеличение случаев заболеваний лейкемией и раком обнаружено в окрестностях АЭС «Троян» в городе Портленд, штат Орегон. Заболеваемость лейкемией детей в поселке около британского ядерного центра в Селлафилде в 10 раз выше, чем в среднем по стране, и, несомненно, связана с его работой. Это стало известно в 1990 году, а недавно официально подтверждено Британским комитетом по радиологии.

Даже когда АЭС работает нормально, она обязательно выбрасывает изрядное количество радиоактивных изотопов инертных газов. Также как радиоактивный йод концентрируется в щитовидной железе, вызывая ее поражение, радиоизотопы инертных газов, в 70-е годы считавшиеся абсолютно безвредными для всего живого, накапливаются в некоторых клеточных структурах растений хлоропластах, митохондриях и клеточных мембранах. После установления этого факта, остается слово «инертные» всегда употреблять в кавычках, поскольку, конечно же, они оказывают серьезное влияние на процессы жизнедеятельности растений.

Радиоизотопы «инертных» газов вызывают и такой феномен как столбы ионизированного воздуха (свечки) над АЭС. Эти образования могут наблюдаться с помощью обыкновенных радиолокаторов на расстоянии в сотни километров от любой АЭС. Кто сможет утверждать, что все это никак не сказывается на состоянии и качестве окружающей среды, на миграционных путях птиц и летучих мышей, на поведении насекомых?

Одним из основных выбрасываемых инертных газов является криптон-85 бета-излучатель. Уже сейчас ясна его роль в изменении электропроводности атмосферы. Количество криптона-85 в атмосфере (в основном за счет работы АЭС) увеличивается на 5 % в год. Уже сейчас количество криптона-85 в атмосфере в миллионы раз (!) выше, чем до начала атомной эры. Этот газ в атмосфере ведет себя как тепличный газ, внося тем самым вклад в антропогенное изменение климата Земли.

Нельзя не упомянуть и проблему другого бета-излучателя, образующегося при всякой нормальной работе АЭС, трития, или радиоактивного водорода. Доказано, что он легко связывается с протоплазмой живых клеток и тысячекратно накапливается в пищевых цепочках. Кроме того, надо добавить загрязнение тритием грунтовых вод практически вокруг всех АЭС. Ничего хорошего от замещения части молекул воды в живых организмах тритием ждать не приходиться. Когда тритий распадается (период полураспада 12,3 года), он превращается в гелий и испускает сильное бета-излучение. Эта трансмутация особенно опасна для живых организмов, так как может поражать генетический аппарат клеток.

Еще один радиоактивный газ, не улавливаемый никакими фильтрами и в больших количествах производимый всякой АЭС, углерод-14. Есть основания предполагать, что накопление углерода-14 в атмосфере ведет к резкому замедлению роста деревьев. Такое необъяснимое замедление роста деревьев, по заключению ряда лесоводов, наблюдается, чуть ли не повсеместно на Земле. Сейчас в составе атмосферы количество углерода-14 увеличено на 25% по сравнению с до атомной эрой.

Но главная опасность от работающих АЭС - загрязнение биосферы плутонием. На Земле было не более 50 кг этого сверхтоксичного элемента до начала его производства человеком в 1941 году. Сейчас глобальное загрязнение плутонием принимает катастрофические размеры: атомные реакторы мира произвели уже много сотен тонн плутония – количество более чем достаточное для смертельного отравления всех живущих на планете людей. Плутоний крайне летуч: стоит пронести образец через комнату, как допустимое содержание плутония в воздухе будет превышено. У него низкая температура плавления – всего 640 градусов по Цельсию. Он способен к самовозгоранию при наличии кислорода.

Обычно, когда говорят о радиационном загрязнении, имеют в виду гамма-излучение, легко улавливаемое счетчиками Гейгера и дозиметрами на их основе. В то же время есть немало бета-излучателей (углерод-14, криптон-85, стронций-90, йод-129 и 130). Существующими массовыми приборами они измеряются недостаточно надежно. Еще труднее быстро и достоверно определять содержание плутония, поэтому если дозиметр не щелкает, это еще не означает радиационной безопасности, это говорит лишь о том, что нет опасного уровня гамма-радиации.

Наконец, важнейшей причиной экологической опасности ядерной энергетики и ядерной промышленности в целом является проблема радиоактивных отходов, которая так и остается нерешенной. На 424 гражданских ядерных энергетических реакторах, работающих во всем мире, ежегодно образуется большое количество низко-, средне- и высокорадиоактивных отходов. К этой проблеме отходов прямо примыкает проблема вывода выработавших свой ресурс реакторов.

Радиоактивное загрязнение сопровождает все звенья сложного хозяйства ядерной энергетики: добычу и переработку урана, работу АЭС, хранение и регенерацию топлива. Это делает атомную энергетику экологически безнадежно грязной. С каждым десятилетием открываются все новые опасности, связанные с работой АЭС. Есть все основания считать, что и далее будут выявляться новые данные об опасностях, исходящих от АЭС.

**Оценка риска от АЭС**

Риск есть вероятность причинения вреда. Количественно считать риск неблагоприятных последствий своих действий люди стали недавно, больше полагаясь на житейский опыт и интуицию.

Но при этом интуитивным, иррациональным остаётся восприятие риска – отношение людей и общества к риску. Восприятие риска связано не только с оценкой уровня риска, но зависит от многих других факторов: катастрофичности событий, знакомства людей с опасным явлением, пониманием явления простыми людьми, неопределённости последствий, контролируемости событий, добровольности принятия решений, воздействия на детей, обратимости событий, доверия к лицам, ответственным за риск, внимания СМИ, предшествующей истории, справедливости – равномерности распределения риска, пользы (выгоды) для рискующего, личной вовлечённости людей, происхождения риска (природный или от деятельности человека).

Простейший пример: гибель 33000 россиян в автомобильных авариях на дорогах страны в течение 2003 года воспринята населением без особых эмоций, но если бы гибель 33000 россиян произошла в один день 2003 года в одной аварии – отношение было бы совсем иное. С недавних пор надёжными количественными оценками риска заинтересовались страховые компании: сколько просить с нас за страховой полис, например, за полис автогражданки? Или сколько стоит страхование Балаковской АЭС от рисков аварий?

Доказательства безопасности – расчёты

Расчётные доказательства безопасности энергоблока строятся на исследовании поведения модели энергоблока или его основных частей в различных «расчётных» авариях. Заранее задаются критерии успешного завершения аварии – скажем, достижение устойчивого состояния при низких параметрах – температуре и давлении, при отсутствии расчётного повреждения топлива (т. е. расчётная температура топлива в процессе аварии не превысила критической отметки).

Есть расчётные модели особого рода, оперирующие не с параметрами, а с событиями, рассчитывающими не температуры и давления, а вероятности разных сложных событий. Соответственно, исходными данными служат вероятности простых событий – разных отказов оборудования или вероятности ошибок персонала.

Решения получаются в таком виде: если что-то на балаковском энергоблоке произойдёт, то с вероятностью примерно 99.989 % энергоблок будет безопасно остановлен, а с вероятностью 0.011 % топливо может быть повреждено.

Следует иметь в виду, что слова «если что-то произойдёт» означают какой-либо крупный отказ, требующий останова энергоблока, а такие события редки. Кроме того, повреждение топлива ещё не означает выхода радиоактивности в окружающую среду – топливо находится в реакторе с герметичным первым контуром, реактор расположен внутри специальной герметичной оболочки, препятствующей распространению радиоактивности наружу. И вероятность выхода радиоактивности в окружающую среду ещё в несколько раз ниже.

С учётом вероятности самого «если что-то произойдёт», для Балаковской АЭС рассчитаны риски причинения вреда имуществу (повреждение топлива и, возможно, оборудования), риски причинения вреда окружающей среде (выброс радиоактивности из-за повреждения топлива и прохода радиоактивности мимо гермооболочки), риски причинения прямого вреда жизни населения БМО (Балаковского муниципального образования).

Эти расчёты выполнялись специалистами двух московских институтов. При этом учитывались необходимые действия властей по защите населения.

Эти риски из-за их величины следует назвать остаточными. Они являются одними из немногих прямых количественных показателей безопасности АЭС.

Оценка "риска" в год для среднестатического жителя БМО

(Здесь приведена сравнительная характеристика усреднённых за 2000–2002 годы по фактическим данным «бытовых рисков» для жителей Балаковского муниципального образования (БМО) и прогноз «атомного риска» от Балаковской АЭС. Термины взяты в кавычки, поскольку это не строгое определение, а отношение числа летальных исходов за год к числу жителей БМО.)

Новообразования (спонтанный рак) - 0.0020

Туберкулёз - 0.00013

Несчастные случаи, всего - 0.0022

В том числе ДТП - 0.00019

Самоубийств - 0.00040

Убийств - 0.00035

Несчастных случаев с огнем - 0.00012

Утоплений - 0.00018

Отравлений алкоголем - 0.00014

"Атомный риск" - 0.00000002

Отсюда видно, в чём заключаются основные опасности нашей жизни.

В соответствии с нормами радиационной безопасности НРБ–99 (основанными на мировой практике) риск в одну миллионную считается приемлемым. У нас «атомный риск» ещё в 50 раз ниже.

Отсюда вывод: Балаковская АЭС удовлетворяет определению закона о техническом регулировании о безопасности – неприемлемый риск отсутствует.

Такого рода расчётам рисков посвящён так называемый вероятностный анализ безопасности – метод комплексной оценки безопасности. Комплексной – учитывающей всевозможные пути развития аварий, сопровождающихся отказами оборудования и ошибочными действиями людей.

Метод уже довольно широко применяется в атомной энергетике разных стран мира, особенно в США. Сегодня в России подобные методы начинают применяться и в оценке безопасности других производств – у нефтяников и химиков. Тем более что серьёзных оценок риска теперь требует закон.

Вероятностные модели объекта (например, энергоблока АЭС) и применяемые программные средства предоставляют много другой полезной информации.

Например, компьютер в считанные минуты даёт количественный ответ, как сильно влияет конкретный отказ оборудования или неправильное действие человека на риск повредить топливо в реакторе – можно сортировать отказы по важности и уделять больше внимания предупреждению важных отказов.

В США на многих АЭС учитывают в реальном времени, как влияют переключения в важных технологических системах на риск повредить топливо.

В соответствии с недавно утверждённой отраслевой программой работ на АЭС России тоже будет постепенно внедряться такой метод слежения за риском.

Оценка риска повредить топливо и риска упустить при этом радиоактивность в окружающую среду выполнена и для проекта достройки энергоблока № 5 Балаковской атомной станции.

Проектируемые изменения в системах безопасности в десять раз понизили риск. То есть на фоне четырёх энергоблоков пятый энергоблок не добавит в общий риск от АЭС практически ничего.

**Здоровье в зоне АЭС**

Недавно в отрасли стартовало интересное исследование - "Мониторинг состояния здоровья населения, проживающего в зоне наблюдения АЭС".

Его первые результаты, а также перспективы обсуждались на заседании Пятого научно-технического совета Минатома России ("Человек и экология в ядерно-топливном цикле. Проблемы ядерной и радиационной безопасности"). Отчетный доклад представили академик РАМН д.м. н. Л. А. Булдаков и к.м. н. П. В. Ижевский.

Мониторинг проводится в соответствии с Законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и приказом Федерального управления "Медико-биологических и экстремальных проблем", силами специалистов ГНЦ "Институт биофизики" на средства, выделяемые концерном "Росэнергоатом".

Принципы и методы мониторинга были разработаны на основе уникального опыта, накопленного в ГНЦ ИБФ, под методическим руководством академика РАМН Л. А. Ильина. Объект исследования - люди, проживающие рядом с атомными электростанциями в тридцатикилометровой зоне наблюдения. Смысл исследования - оценить, насколько влияет на их здоровье близость АЭС.

На первом этапе исследований была разработана концепция и программа проведения мониторинга, выбраны критерии и методы оценки здоровья людей, выявлены основные факторы окружающей среды, способные повлиять на здоровье людей, на основе современных информационных технологий создан единый банк данных для хранения и систематизации всей накопленной информации. Он состоит из медицинской и гигиенической баз данных. В первой содержатся сведения медицинской статистики и результаты обследований, во второй - сведения о радиационной обстановке и о наличии вредных химических веществ в ареале наблюдения.

Наблюдения ведутся в зоне расположения двух атомных станций - Калининской и Ростовской. Первая - работает долгие годы, вторая - недавно пущена. Ростовская АЭС, пуск которой был осуществлен после начала исследования, дала медикам уникальную возможность оценить так называемый "нулевой фон", то есть состояние здоровья населения в период, предшествующий началу эксплуатации энергоблока.

Исследование началось с изучения радиационно-гигиенической обстановки, уровня химических полютантов, оценки надежности показателей государственной статистики.

В ходе мониторинга специалисты ГНЦ "Институт биофизики" обследовали людей, а также собирали медицинские данные обследуемых за последние пять лет. Они изучали демографическую и медицинскую статистику - показатели рождаемости, смертности и заболеваемости в основной и контрольной группах населения. Основная группа - люди, проживающие в зоне наблюдения, контрольная - жители отдаленных от АЭС населенных пунктов, имеющих сходные климатические и демографические условия.

С особой тщательностью, методом углубленного медицинского обследования, изучалось состояние здоровья у наиболее чувствительных к воздействию радиации групп населения - детей, подростков, беременных. Предметом изучения было не только общее состояние здоровья, но и состояние критических систем организма, таких как кроветворная, эндокринная, репродуктивная.

В общей сложности исследованиями были охвачены 36 тысяч жителей Ростовской области и 75 тысяч жителей Калининской.

В ходе мониторинга определялся и такой важный параметр как частота врожденной и наследственной патологии, так называемый генетический груз. Частота наследственных болезней в популяциях - фундаментальный параметр, от которого отталкиваются при расчете оценок генетических последствий облучения. При проведении мониторинга специалисты ИБФ пользовались специально разработанным для популяционных исследований и получившим одобрение Всемирной организации здравоохранения протоколом. Он включает в себя целый комплекс исследований, направленных на выявление возможного влияния различных факторов на формирование наследственных болезней.

Исследования показали, что груз наследственных болезней у людей, живущих по соседству с АЭС, близок к среднему по России. Для серьезных выводов необходимо продолжить исследование и существенно расширить круг обследуемых лиц.

В рамках мониторинга изучался также уровень социально-психологической напряженности - "радиофобии" - среди населения.

Первые результаты исследования уже получены, но выводы пока делать преждевременно - для этого потребуются многолетние наблюдения. Однако некоторые результаты можно привести в качестве примера.

Так, стало очевидно, что проработавшая долгие годы Калинская АЭС не является существенным загрязнителем окружающей среды Удомельского района Калининской области, загрязнение атмосферного воздуха, наземных и подземных вод не связаны с ее деятельностью. На обеих станциях - и Калининской, и Ростовской - радиационная обстановка благоприятная. Содержание основных радионуклидов в пищевых продуктах растительного и животного происхождения и питьевой воде такое же, как в аналогичных продуктах других регионов страны, и составляет доли процентов от регламентируемых санитарными нормами и правилами.

Медики не обнаружили отрицательного влияния соседства АЭС на человеческий организм - показатели здоровья населения, проживающего радом со станциями, не хуже, чем у остальных россиян. А некоторые показатели даже лучше. Например, смертность детей до одного года в Удомле намного ниже, чем в целом по стране.

Исследование получило одобрение членов Пятого научно-технического совета - его признали актуальным и своевременным. Оно будет продолжено. Специалисты считают, что мониторинг полностью выполнит свою задачу, если наблюдения будут вестись в течение всего периода эксплуатации АЭС - для недавно пущенной Ростовской станции это возможно. При одном условии - если хватит средств.

**Обеспечения радиационной безопасности**

Обеспечение радиационной безопасности – это, прежде всего обеспечение безопасности человека. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) считает, что если обеспечена радиационная безопасность человека, как наиболее радиочувствительного биологического вида, то обеспечена и безопасность других биологических видов и экосистем, хотя отдельным особям может быть причинен вред.

Радиационные нормативы не могут рассматриваться как граница между опасным и безопасным уровнем облучения человека. Это связано с беспороговым характером действия ионизирующего излучения и полностью исключить вредное влияние ионизирующего излучения невозможно. Абсолютно безопасного уровня облучения людей не существует. Радиационные нормативы представляют собой разумный компромисс между стремлением снизить уровень облучения людей и практическими возможностями снижения этого уровня.

Соблюдение установленных нормативов является необходимым, но не достаточным условием соблюдения радиационной безопасности. Необходима оценка того, достигнут ли оптимальный уровень радиационной безопасности (радиационного благополучия, радиационной обстановки). При конкретных видах работ разумно достижимый уровень облучения может быть значительно ниже дозового предела. При значениях доз облучения людей ниже нормативов также необходимо проведение мероприятий по их снижению, но не любых, а достаточно простых и дешевых, удовлетворяющих принципу оптимизации. Краткая формулировка принципа оптимизации это - снижение доз облучения людей до разумно низкого уровня с учетом экономических и социальных факторов.

Для достижения оптимального уровня облучения и контроля его соблюдения нормы радиационной безопасности требуют устанавливать контрольные уровни, как для отдельных радиационных факторов, так и для уровня облучения работников.

Стратегия обеспечения радиационной безопасности населения основывается на следующих принципах:

- Наибольшее внимание должно уделяться оценке доз, закономерностям их формирования и снижению облучения населения от тех источников ионизирующего излучения, для которых возможно достичь максимального снижения суммарной дозы облучения населения при наименьших затратах.

- Первоочередные защитные мероприятия должны проводиться для групп населения, получающих наибольшие дозы от данного источника (критических групп)

Проведение оценки доз от всех источников ионизирующего излучения позволит в каждом конкретном случае определить, для какого источника защитные мероприятия могут быть наиболее эффективными, провести эти мероприятия и оценить их эффективность по измерению суммарной дозы облучения группы людей, для которых проводились эти мероприятия.

Нормы радиационной безопасности распространяются на следующие виды облучения:

- Облучение персонала и населения в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения.

- Облучение персонала и населения в условиях радиационной аварии.

- Облучение работников промышленных предприятий и населения природными источниками ионизирующего излучения.

- Медицинское облучение населения.

Первые два вида облучения создают около 1 (одного) процента средней дозы облучения населения. Ставить задачу существенного улучшения радиационной обстановки в стране, уменьшения общего количества онкологических заболеваний, вызванных воздействием ионизирующего излучения, путем снижения доз от этих видов облучения бессмысленно.

Третий и четвертый виды облучения, за счет природных и медицинских источников излучения, создают около 99 (девяносто девяти) процентов средней дозы облучения населения. Для этих видов облучения вполне реальна постановка задачи не только в плане снижения облучения отдельных групп, но и существенного улучшения радиационной обстановки во всей стране.

Природные источники ионизирующего излучения создают основной вклад в суммарную дозу облучения населения. Они воздействуют на человека, как в производственных, так и в коммунальных условиях.

Внедрение в практику радиационно-гигиенической паспортизации организаций и территорий позволит получать объективную информацию о степени благополучия радиационной обстановки.

Переход на новую стратегию обеспечения радиационной безопасности позволит значительно снизить облучение населения, сделать радиационную обстановку управляемой.

**Судьба отработанного ядерного топлива**

Что же такое отработавшее ядерное топливо? С одной стороны, оно более чем на 90 % состоит из материалов, пригодных для дальнейшего использования в промышленности, и, следовательно, является ценным сырьем для получения регенерируемых компонентов ядерного топлива и важнейших изотопов. С другой - оно содержит, пусть и в небольших количествах, потенциально опасные, радиоактивные вещества, появившиеся в результате облучения в реакторе АЭС и не имеющие при существующем уровне технологии достаточного применения (РАО). Именно по причине такой двойственности продукта и соответствующей противоречивости подходов к нему (сырье-отход), не прекращаются бурные дискуссии между специалистами - атомщиками, экологами, экономистами, о правильности выбора того или иного способа обращения с отработавшим ядерным топливом. Следует подчеркнуть, что проблема утилизации ОЯТ стоит перед всеми странами, эксплуатирующими ядерные энергетические объекты. Накопление ОЯТ происходит во множестве географических регионов, нецентрализованно, по различным стандартам, что представляет собой потенциальную угрозу глобальной безопасности и вряд ли отвечает задачам ядерного нераспространения. Поскольку из ОЯТ может быть выделен энергетический плутоний, пригодный для создания ядерного взрывного устройства, а также ОЯТ может быть использовано для создания той самой радиологической "грязной" бомбы, по терминологии Генерального директора МАГАТЭ г-на Эль Барадея, образующейся из совмещения обычной взрывчатки и радиоактивного источника, то возникает и политический аспект этой проблемы.

Различие в отношении к ОЯТ как товару приводит к вариативности подходов. Вариант переработки ОЯТ на радиохимических заводах представляет замкнутый топливный цикл. Главным аргументом в пользу переработки является повторное вовлечение сырья в цикл: резкое повышение эффективности использования природного урана и вовлечение в топливный цикл нового энергоносителя - плутония. Переработка ОЯТ в промышленном масштабе осуществляется в Великобритании, Франции, России. Небольшие по мощности установки работают в Японии и Индии.

Вариант прямого захоронения ОЯТ без переработки представляет открытый топливный цикл. Прямое захоронение ОЯТ на практике пока не осуществляется. В странах, выбравших концепцию прямого захоронения, ведется активный поиск мест для создания могильников, построены либо разрабатываются "пилотные" установки. Лидерами в данной области являются США, Швеция, Финляндия. Помимо того, что не каждая страна обладает подходящими геологическими формациями, данная работа осложнена местной общественной оппозицией.

На практике, в большинстве стран реализуется промежуточное хранение ОТВС с отложенным выбором в пользу той или иной концепции окончательной утилизации ОЯТ. У промежуточного хранения есть известные экономические плюсы, а именно: дешевизна технологической операции хранения, небольшой объем капиталовложений в строительство хранилищ, быстрое освоение объектов, сохранение рабочих мест и собственных финансовых ресурсов. Более того, данный подход позволяет в будущем сделать обоснованный и оптимальный выбор в зависимости от уровня развития науки и техники. Нельзя не признать - достаточно разумная концепция, пусть и не снимающая проблему окончательно.

Однако, говоря о хранении с "отложенным решением", следует задуматься, насколько такой выбор соотносится с самыми передовыми подходами в других областях.

Скажем при разработке рыночных стратегий наиболее популярной является сейчас концепция социально-этичного маркетинга. На ранних стадиях развития маркетинга, основной целью являлась прибыль. Позднее маркетологи возвели в ранг главного приоритета удовлетворение потребностей покупателей.

Концепция социального-этичного маркетинга порождена сомнениями относительно соответствия концепции чистого маркетинга нашему времени с его ухудшением качества окружающей среды, нехваткой природных ресурсов, стремительным приростом населения, всемирной инфляцией и запущенным состоянием сферы социальных услуг.

Она утверждает, что задачей любой организации на современном этапе является не только обеспечение желаемой удовлетворенности более эффективными и более продуктивными, чем у конкурентов способами, но с одновременным сохранением или укреплением благополучия потребителя и общества в целом. Укрепляется ли благополучие общества при накоплении ОЯТ?

**Последствий аварии на Чернобыльской АЭС в России**

Непосредственно в период острой фазы аварии острому облучению подверглось свыше 200 человек. Острая лучевая болезнь была диагностирована у 134 из числа участников ЛПА. Ни одного случая ОЛБ среди населения не было. Из 134 человек в первые месяцы погибли 28 человек – из персонала ЧАЭС и пожарных. За последующие 17 лет в группе лиц перенесших ОЛБ, смертность практически не превышает смертности в данной возрастной группе.

В результате катастрофы была загрязнена территория 17 стран Европы общей площадью более 207 тыс. км2, в том числе в Российской Федерации - более 59 тыс. км2. (загрязнение цезием-137 с плотностью свыше 1 кюри на км2 ).

В 1986 году было эвакуировано свыше 115 тыс. жителей (г. Припять, г. Чернобыль, населенные пункты 30-ти км. зоны). Последующие экспертизы подтвердили необходимость и своевременность эвакуации.

Защитные меры по предупреждению облучения щитовидной железы своевременно реализованы не были.

С конца мая 1986 года началась интенсивная реализация защитных мер в так называемой зоне жесткого контроля (270 тыс. жителей Киевской, Житомирской, Гомельской, Могилевской и Брянской областей). В ряде стран Европы (Польша, Венгрия, Австрия, Германия, Великобритания) в 1986 году также реализовывались защитные меры, главным образом в сельском хозяйстве (контроль и бракераж сельхозпродукции).

Уже в 1986 году было принято решение о создании единой системы медицинского наблюдения за лицами, подвергшимися облучению в результате аварии. В настоящее время в Российской Федерации специализированное медицинское наблюдение осуществляется в рамках Российского медико-дозиметрического регистра (РГМДР). До конца 80-х годов защитные мероприятия были расширены на территории с плотностью загрязнения почвы цезием более 5Ки/км2, а затем и 1Ки/км2. По отношению к территориям так называемой зоны жесткого контроля (свыше 15 Ки/км2) был поставлен вопрос об их полном выселении.

К весне 1989 года количество участников работ по ликвидации последствий аварии в СССР оценивалось в 250 тыс. человек. В последующем оно многократно возросло за счет включения в это числе лиц из населения.

В конце 80-х годов был реализован масштабный Международный чернобыльский проект, в котором приняли участие практически все ведущие ученые мира. В выводах проекта указывалось, что «в будущем будет иметь место избыток случаев радиогенного рака щитовидной железы,... и … статистическое установление случаев опухолей щитовидной железы». В отношении иных онкологических заболеваний и наследственных эффектов указывалось, что «будет трудно различить будущие увеличения по сравнению с естественными случаями заболевания раком». В отношении предпринимаемых в те годы защитных мер в выводах указывалось, что меры по переселению жителей и ограничению потребления загрязненных продуктов питания носят чрезмерных характер. Все эти рекомендации были фактически проигнорированы руководством трех республик.

После принятия соответствующих чернобыльских законов в 1991 году, охвативших все территории с плотностью загрязнения выше 1 Ки/км2, число пострадавших от Чернобыля начало исчисляться миллионами. Только в России на этих территориях проживает почти 1млн. 800 тыс. граждан. На подавляющем большинстве территорий, считающихся радиоактивно загрязненными радиационная обстановка в настоящее время стабильно нормальная, а дозы дополнительного облучения за весь после чернобыльский период не превышают годовой дозы фонового облучения. И только на части территории юго-Западных районов Брянской области, где годовые дозы дополнительного облучения близки к фоновым, до настоящего времени существует много проблем с бракеражом продуктов питания. Загрязненность большинства продуктов питания такова, что дополнительная доза облучения при их потреблении не превышает нескольких мЗв, то есть находится в пределах колебаний естественного фона. Международная комиссия радиологической защиты рекомендует вводить ограничения на потребление продуктов питания при величине предотвращенной дозы порядка 100 мЗв (российские санитарные нормы установлены исходя из величины 1 мЗв/год).

· Многолетние исследования в рамках российского медико-дозиметрического регистра (академик РАМН А.Ф. Цыб) подтвердили, что масштаб радиологических последствий аварии ограничен. В когорте ликвидаторов выявлено 145 лейкозов (вероятность смерти от лейкоза достигает 90%), из которых около 60 обусловлены радиационным фактором. Пик заболеваемости лейкозами среди ликвидаторов был зафиксирован в 1992-1995 годах. Аналогичный эффект зафиксирован также национальными чернобыльскими регистрами Белоруссии и Украины. После 1996 года показатель заболеваемости лейкозами среди ликвидаторов постоянно уменьшается и приближается к спонтанному уровню.

У ликвидаторов выявлено 55 случаев заболевания раком щитовидной железы, из которых 12 отнесены к воздействию радиационного фактора (на современном уровне медицины вероятность смерти от рака ЩЖ менее 3-5%).

Рост заболеваемости населения лейкозами и другими формами рака, обусловленный радиационным воздействием времени не наблюдается.

Для населения подтвердился неблагоприятный прогноз по раку щитовидной железы. Среди детей (на момент аварии на ЧАЭС) Брянской области выявлено 170 раков щитовидной железы, из которых около 55 с высокой вероятностью обусловлено радиационным воздействием иода-131.

. Рост заболеваемости раком щитовидной железы зафиксирован и в ряде других регионов России. Однако в этих случаях не установлена дозовая зависимость, что означает иную причину. Среди этих причин могут быть и повышение выявляемости и эндемичность и ряд других. Всего за загрязненных территориях Белоруссии, Украины и России выявлено 1800 случаев рака щитовидной железы. Вопрос о том, какая их доля относится к радиационно индуцированным, остается открытым.

Среди специалистов продолжаются дискуссии, связанные с научной неопределенностью в вопросе существования неонкологических эффектов радиации. Сама эта неопределенность свидетельствует о том, что эти эффекты, если и существуют, то столь малы, что не могут быть выявлены современными методами. Эти эффекты гарантировано не имеют отношения к приоритетам практического здравоохранения, а представляют чисто научный интерес.

Показатели инвалидности ликвидаторов очень высоки, за период с 1991 по 1994 годы они выросли в 6.6 раза, с 1994 по 1997 годы — в 1.6 раза. На сегодня 27% ликвидаторов имеют инвалидность. Это очень высокий процент, если учесть, что средний возраст ликвидаторов в настоящее время составляет 48-49 лет. Одновременно данные Российского медико-дозиметрического регистра указывают на то, что показатели смертности ликвидаторов не превышают показатель смертности соответствующих групп мужского населения России. Этот факт и отсутствие зависимости частоты инвалидности от полученной дозы являются доказательством того, что эффект повышенной инвалидности скорее всего имеет социальные причины.

Последствия аварии не исчерпываются чисто радиологическими. Они намного разнообразнее и сложнее. Многолетний стресс, которому оказались подвержены и население, и ликвидаторы, частые самоограничения в потреблении ценных продуктов питания, обусловленные боязнью употребления радионуклидов, заметно более низкий, чем на незагрязненных территориях, уровень жизни вместе с повышенным вниманием медиков привели к тому, что многие показатели заболеваемости и здоровья населения и ликвидаторов ухудшились.

Констатация того, что наиболее тяжелые последствия аварии реализовались не в радиологических проявлениях, а в социально экономической сфере опирается на более чем пятнадцатилетний опыт масштабных исследований. Это принципиально важное положение зафиксировано в докладе оценочной миссии ООН («Гуманитарные последствия Чернобыльской ядерной аварии – стратегия выживания», 2002 г.).

В последние годы в России усилия профессионального радиологического сообщества по корректировке официальной позиции государства в оценке последствий аварии стали приносить свои плоды. Руководители заинтересованных министерств и ведомств сегодня официально подтверждают ограниченный характер радиологических последствий аварии. Не так давно в Президиуме Российской академии наук прошел симпозиум «15 лет после Чернобыля: уроки, оценки, перспективы». В нем приняли участие ведущие ученые, работающие в этой области, представители МЧС и Минздрава России. О состоянии здоровья затронутого аварией населения на симпозиуме рассказал, основываясь на данных ученых РАМН, главный санитарный врач страны Г. Онищенко. Ознакомившись с выводами симпозиума, президент РАНЮ. Осипов счел необходимым обратиться к Председателю Правительства М. Касьянову с письмом, в котором обращалось внимание на то, что «научно-обоснованное представление о радиационной опасности и радиационном риске сильно отличается от представлений общества, сформированных в стране за последние годы».

**Заключение**

Анализ тенденций мирового энергопроизводства показывает, что ядерная энергетика призвана занять место одного из главных источников энергии в этом столетии, предполагает ее использование не только в сфере производства электричества и коммунального теплоснабжения, но и для технологических процессов, в том числе производства водорода.

Ядерная энергетика не влияет на изменение климата Земли, т.к. реакторы не вырабатывают углекислый газ. Однако если атомных электростанций станет слишком много, то всемирные запасы дешевой руды урана будут исчерпаны в течение нескольких десятилетий. Кроме того, масса радиоактивных отходов, произведенных только в США, которые необходимо надежно хранить, по крайней мере 10 тыс. лет, намного превысит то количество, что можно разместить в хранилище Юкка-Маунтин. При этом большая часть энергии, которую можно было бы извлечь из урановой руды, может оказаться захороненной вместе с этими отходами.

Применение нового цикла использования ядерной энергии в реакторах на быстрых нейтронах и регенерация отработанного топлива путем пирометаллургическои переработки позволили бы получать энергию из отработанной урановой руды.

Сложность и потенциальная опасность ядерных технологий требуют значительных усилий для их разработки и внедрения, а также высокой готовности потребителей к их использованию. Все это делает инерционным процесс развития ядерной технологии, возникает необходимость повышенного, в сравнении с обычной техникой, внимания государственных структур. Государственные структуры должны взять на себя ответственность за своевременную разработку и внедрение инноваций в эту сферу энергетического производства. В сферу международной ответственности входит как непосредственный анализ и отбор того, что необходимо делать, обеспечение соответствующих научных и технических разработок, стимулирование коммерческих промышленных структур к реализации инновационных технологий, а также подготовка конкретных пользователей (стран и структур) к работе с ядерными технологиями. В связи с этим, оценивая предстоящие этапы развития ядерной энергетики, можно уверенно прогнозировать сочетание эволюционного улучшения отработанных и успешно реализуемых технических подходов с постепенной разработкой и освоением новых технологических решений, соответствующих требованиям ядерной энергетики будущего этапа.

**Список литературы**

Статья «Атомная энергетика в структуре мирового энергетического производства в XXI веке» журнал «Энергия» № 1, 2006 г., стр. 2-10

Статья «Как здоровье в зоне АЭС?» журнал "Атом-пресса" №26, июль 2002 г.

Статья «Риск от АЭС: оценка без эмоций» журнал "Росэнергоатом" №12, 2004 г.

Статья «Обращение с отработанным ядерным топливом как фактор развития атомной энергетики» "Атом-пресса" № 34, 2002 г.

Статья «Как использовать ядерные отходы» "В мире науки" /Scietific American/ № 3, март 2006, стр.33-39

«Надежность и экологическая безопасность гидроэнергетических установок» Львов Л.В.; Федоров М.П.; Шульман С.Г. Санкт-Петербург 1999г.

«Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении» Лозановская И.Н.; Орлов Д.С.; Садовникова Л.К. Москва 1998г.

«Экологические проблемы. Что происходит, кто виноват и что делать?» под редакцией Данилова-Данильяна В.И. Москва 1997г.

Ссылки на сайты в интернете:

http://www.history.ru/