Министерство образования

Государственное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования

«Сибирский государственный индустриальный университет»

**Реферат по теме:**

**«Переработка радиоактивных отходов. Влияние на человека»**

Новокузнецк 2010

**Введение**

Явление радиоактивности было открыто в 1896 году французским ученым Анри Беккерелем, В настоящее время оно широко используется в науке, технике, медицине, промышленности. Радиактивные элементы естественного происхождения присутствуют повсюду в окружающей человека среде. В больших объемах образуются искусственные радионуклиды, главным образом в качестве побочного продукта на предприятиях оборонной промышленности и атомной энергетики. Попадая в окружающую среду, они оказывают воздействия на живые организмы, в чем и заключается их опасность.

Цель реферат рассмотреть явление радиации, не вдаваясь подробности, однако заострить внимание на воздействии ионизирующего излучения на человека. Центральной темой данной работы станут знакомство с радиоактивные отходы современного производства и АЭС в частности. Будут рассмотрены некоторые моменты, связанные с принципами работы с ядерными отходами. Будет дано краткое описание технологий захоронения ядерных отходов. Так же будут затронуты моменты связанные с захоронением отходов на территории Российской Федерации и освещенные СМИ.

«Радиоактивные отходы - ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается (закон "Об использовании атомной энергии")». [1]

**1. Радиация. Общие вопросы**

Радиация или ионизирующее излучение в общем смысле - различные виды микрочастиц и физических полей, способные ионизировать вещество. В более узком смысле к ионизирующему излучению не относят ультрафиолетовое излучение и излучение видимого диапазона света, которое в отдельных случаях также может быть ионизирующим. Излучение микроволнового и радиодиапазонов не является ионизирующим.

Альфа-излучение представляет собой поток альфа-частиц - ядер гелия-4. Альфа-частицы, рождающиеся при радиоактивном распаде, могут быть легко остановлены листом бумаги. Бета-излучение - это поток электронов, возникающих при бета-распаде; для защиты от бета-частиц энергией до 1 МэВ достаточно алюминиевой пластины толщиной несколько мм. Гамма-излучение обладает гораздо большей проникающей способностью, поскольку состоит из высокоэнергичных фотонов, не обладающих зарядом; для защиты эффективны тяжёлые элементы (свинец и т.д.), поглощающие фотона в несколько МэВ в слое толщиной несколько см. Проникающая способность всех видов ионизирующего излучения зависит от энергии.

Важными показателями взаимодействия ионизирующего излучения с веществом служат такие величины, как линейная передача энергии (ЛПЭ), показывающая, какую энергию излучение передаёт среде на единице длины пробега при единичной плотности вещества, а также поглощённая доза излучения, показывающая, какая энергия излучения поглощается в единице массы вещества.

В Международной системе единиц (СИ) единицей поглощённой дозы является грэй (Гр), численно равный отношению 1 Дж к 1 кг. Ранее широко применялась также экспозиционная доза излучения - величина, показывающая, какой заряд создаёт фотонное (гамма- или рентгеновское) излучение в единице объёма воздуха. Наиболее часто применяющейся единицей экспозиционной дозы был рентген (Р), численно равный 1 СГСЭ-единицы заряда к 1 см³ воздуха.

**2. Опасность для человека**

**Ионизация, создаваемая излучением в клетках, приводит к образованию свободных радикалов. Свободные радикалы вызывают разрушения целостности цепочек макромолекул (белков и нуклеиновых кислот), что может привести как к массовой гибели клеток, так и канцерогенезу и мутагенезу. Наиболее подвержены воздействию ионизирующего излучения активно делящиеся (эпителиальные, стволовые, также эмбриональные) клетки.**

Из-за того, что разные типы ионизирующего излучения обладают разной ЛПЭ, одной и той же поглощённой дозе соответствует разная биологическая эффективность излучения. Поэтому для описания воздействия излучения на живые организмы вводят понятия относительной биологической эффективности (коэффициента качества) излучения по отношению к излучению с низкой ЛПЭ (коэффициент качества фотонного и электронного излучения принимают за единицу) и эквивалентной дозы ионизирующего излучения, численно равной произведению поглощённой дозы на коэффициент качества. [2]

Единицей измерения эквивалентной дозы в СИ является зиверт (Зв). Величина 1 Зв равна эквивалентной дозе любого вида излучения, поглощенной в 1 кг биологической ткани и создающей такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения. Внесистемной единицей измерения эквивалентной дозы является бэр (до 1963 года - биологический эквивалент рентгена, после 1963 года - биологический эквивалент рада - Энциклопедический словарь). 1 Зв = 100 бэр.

Эффективная доза (E) - величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты.

Эффективная доза для персонала работающего на радиоактивном производстве не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) 1000 мЗв, а для обычного населения за всю жизнь - 70 мЗв. Планируемое повышенное облучение допускается только для мужчин старше 30 лет при их добровольном письменном согласии после информирования о возможных дозах облучения и риске для здоровья. [2]

«Эффекты воздействия радиации на человека обычно делятся на две категории:

1) Соматические (телесные) - возникающие в организме человека, который подвергался облучению.

2) Генетические - связанные с повреждением генетического аппарата и проявляющиеся в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки человека, подвергшегося облучению.

Таблица 1 - Воздействие радиации на человека

|  |
| --- |
| Радиационные эффекты облучения человека |
| Соматические эффекты | Генетические эффекты |
| Лучевая болезнь | Генные мутации |
| Локальные лучевые поражения | Хромосомные аберрации |
| Лейкозы |  |
| Опухоли разных органов |

Различают пороговые (детерминированные) и стохастические эффекты. Первые возникают, когда число клеток, погибших в результате облучения, потерявших способность воспроизводства или нормального функционирования, достигает критического значения, при котором заметно нарушаются функции пораженных органов. Зависимость тяжести нарушения от величины дозы облучения показана в таблице 2. [3]

Таблица 2 - Воздействие различных доз радиации на человека

|  |
| --- |
| Воздействие различных доз облучения на человеческий организм |
| Доза, Гр | Причина и результат воздействия |
| (0.7 - 2) 10-3 | Доза от естественных источников в год |
| 0.05 | Предельно допустимая доза профессионального облучения в год |
| 0.1 | Уровень удвоения вероятности генных мутаций |
| 0.25 | Однократная доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах |
| 1.0 | Доза возникновения острой лучевой болезни |
| 3- 5 | Без лечения 50% облученных умирает в течение 1-2 месяцев вследствие нарушения деятельности клеток костного мозга |
| 10 - 50 | Смерть наступает через 1-2 недели вследствие поражений главным образом желудочно-кишечного тракта |
| 100 | Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы |

В качестве иллюстрирующего примера ситуации связанной с безопасностью жизнедеятельности вблизи атомного производства приведем статью с интернет портала отделения Green Peace в России. (http://www.greenpeace.org/russia/ru/press/)

«Радиационное загрязнение сопровождает все звенья атомного топливного цикла: добычу и переработку урана, производство топлива для АЭС, работу АЭС, а также хранение и переработку отработавшего ядерного топлива (ОЯТ).

Так, один из самых обычных в выбросах АЭС радионуклид «цезий-137», попадая в организм человека, вызывает саркому (одна из разновидностей раковых заболеваний). Другой радионуклид – «стронций-90» - может замещать кальций в твердых тканях и грудном молоке. Что ведет к развитию рака крови (лейкемии), раку кости и раку груди. А малые дозы облучения «криптоном-85» повышают вероятность заболевания раком кожи.

Наибольшему воздействию радиации подвергаются работники самих ядерных объектов, а также люди, проживающие в прилегающих к ним зонах, в так называемых «закрытых административно-территориальных образованиях» (ЗАТО). Даже при строгом соблюдении всех норм радиационной безопасности, жителям таких городов свойственно раннее старение, ослабленные зрение и иммунная система, чрезмерная психологическая возбудимость и др. А распространенность врожденных аномалий среди детей в возрасте до 14 лет, проживающих в российских ЗАТО, вдвое превышает показатель по стране.

По данным самого Росатома, заболеваемость нервной системы и органов чувств у работников атомной отрасли почти в 2 раза выше, чем у населения, проживающего рядом, например, с АЭС. Распространенность гипертонической болезни среди персонала атомных предприятий в 3 раза выше, чем в среднем по стране, а частота заболеваний костно-мышечной системы – вдвое выше, крови (1997 г.) – втрое.

В реальности же от радиационного заражения страдают, сами того не зная, гораздо большее число людей. Даже самые малые дозы облучения вызывают необратимые генетические изменения, которые затем передаются из поколения в поколение. По оценкам американского радиобиолога Р. Бертелл, от атомной индустрии к началу 21 века генетически пострадало не менее 223 млн. человек. Радиация тем и страшна, что ставит под угрозу жизнь и здоровье сотен миллионов людей грядущих поколений, вызывая такие заболевания, как синдром Дауна, эпилепсию, дефекты умственного и физического развития.

Так называемое «вторичное загрязнение» – еще один путь распространения «ядерной заразы». Уже давно стали обычным явлением скандалы, связанные с изъятием зараженной сельскохозяйственной продукции, грибов и ягод на российских рынках». [5]

**3. РАО и ОЯТ**

Исчерпывающим, на наш взгляд, можно считать интервью журнала «Вокруг Света» с Президентом Российского научного центра «Курчатовский институт», академика *Евгению Павловича Велихова*. В нем подробно освещены вопросы касающиеся радиоактивных отходов и отработанного ядерного топлива, их транспортировки и хранения, перспектив и опасности для окружающей среды.

Что такое отработавшее ядерное топливо.

Если кратко, то это уран, поработавший в ядерном реакторе и содержащий радиоактивные продукты деления. Поэтому его называют также облученным, или выгоревшим, ядерным топливом. В общепринятом смысле топливо - это то, что горит, то есть дрова, уголь, нефть, газ. Горение - это химическая реакция соединения какого-либо вещества с окислителем (в приведенных примерах - углеводородных соединений с кислородом), протекающая с интенсивным выделением тепла. Именно горение применяют в технике для получения тепла в топках, печах и камерах сгорания двигателей. На этой «огневой» энергетике в основном и базируется современная цивилизация. Совсем по-другому «горит» ядерное топливо. Уран выделяет тепло в результате не химической, а физической реакции - деления, для протекания которой не требуется ни кислород, ни иной окислитель. При каждом акте деления тяжелого ядра урана-235, инициируемом поглощением медленного нейтрона, образуются 2, а иногда 3 более легких ядра и несколько быстрых нейтронов. Будучи положительно заряженными, эти ядра с огромными скоростями разлетаются в разные стороны и, сталкиваясь с окружающими атомами, передают им свою кинетическую энергию, то есть нагревают вещество. Существует два типа отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Первый - природная смесь изотопов урана, которая длительно облучалась в промышленном реакторе с целью накопления оружейного плутония. Второй - тепловыделяющие сборки энергетических реакторов, содержащие ТВЭЛы (тепловыделяющие элементы) из обогащенного урана, выгорание которого достигло технологического предела из-за накопления продуктов деления.

ОЯТ всегда содержит три компонента:

• Невыгоревший уран;

• Продукты деления урана;

• Трансурановые элементы;

Стоит ли считать ОЯТ радиоактивными отходами (РАО) или нет? Чем ОЯТ отличается от «свежего» ядерного топлива.

«Свежим» называют ядерное топливо до загрузки его в реактор, отработавшим - то же топливо, но после облучения. Главное отличие ОЯТ от «свежего» топлива - огромная радиоактивность, обусловленная накопленными продуктами деления. Для «свежего» ядерного топлива характерна очень малая радиоактивность. Настолько слабая, что при изготовлении блочков из литого естественного урана нет необходимости использовать противорадиационную защиту персонала. У нас в Курчатовском институте экскурсантам, которые посещают первый в Европе и Азии экспериментальный реактор Ф-1 (кстати, успешно работающий с 1946 года), даже дают подержать один из таких блочков в руках, не опасаясь какого-либо облучения. Правда, предупреждают: «Осторожно!» Но за этим предупреждением вместо ожидаемого почти каждым гостем слова «радиация!» следует «не уроните!» При плотности около 18 г/см3 небольшой по размерам, удобно умещающийся в ладони блочок неожиданно массивен (его вес при диаметре 35 мм и высоте 100 мм составляет 1,7 кг). А вот ОЯТ, напротив, - один из самых радиационно-опасных объектов ядерного топливного цикла. Даже кратковременное пребывание человека вблизи ОЯТ, выгруженного из ядерного реактора, неизбежно сопровождается очень высокими дозами облучения. Поэтому любые операции с ОЯТ осуществляют только дистанционно, с использованием мощной экранирующей защиты от проникающих ионизирующих излучений.

Есть в обсуждаемой проблеме один весьма неожиданный аспект, на который мало обращают внимание. Это появление новых изотопов, которых вообще нет в природе. «Свежий» уран, не побывавший в реакторе, содержится в земной коре. Реакция биосферы на увеличение или уменьшение его количества в целом изучена. Но ведь во время ядерного синтеза, происходящего в реакторе, возникают трансурановые элементы и искусственные изотопы обычных веществ - это, на мой взгляд, одна из самых больших проблем ядерной энергетики, да и не только ее. Перед современным человечеством в полный рост встает вопрос о загрязнении биосферы теми элементами и химическими соединениями, которых в ней никогда не было. Поясню свою мысль: раньше на улицах городов для борьбы с гололедом разбрасывали соль. Из-за этого гибла растительность, но особого загрязнения биосферы в целом не происходило, потому что и натрий, и хлор (из которых состоит поваренная соль) - одни из самых распространенных элементов земной коры. Некоторое перераспределение этих веществ, в общем, не трагично, хотя и может вызвать весьма негативные последствия для данного конкретного скверика. Совсем иное дело, когда начинают накапливаться совершенно новые химические элементы и вещества, которые встречаются в природе в предельно малых количествах. Что в этом случае будет происходить, никто просто не знает, потому что у нас еще нет соответствующего опыта. Мне представляется, что проблема новых изотопов и химических соединений, возможно, даже более серьезная, чем проблема радиоактивного загрязнения, о котором наши знания за последнее время существенно расширились. При этом проведение хотя бы двухэтапного тестирования того или иного вещества стоит очень дорого, из-за чего значительная часть вновь появляющихся соединений вообще никак не оценена с экологической точки зрения.

Чем отработанное ядерное топливо отличается от радиоактивных отходов.

Прежде всего тем, что ОЯТ - это ценный продукт, содержащий 2 полезных компонента - невыгоревший уран и трансурановые элементы. Кроме того, среди продуктов деления содержатся радионуклиды (радиоактивные изотопы), которые можно с успехом применять в промышленности, медицине, а так-же в научных исследованиях. После того как из ОЯТ, которое представляет собой неразделенную смесь полезных и ненужных продуктов, выделяют как минимум два полезных компонента, невыгоревший уран и трансурановые элементы, включая плутоний, остаток превращается в особую разновидность РАО - отходы высокой удельной активности.

Когда возникла проблема обращения с ОЯТ.

В полный рост эта проблема встала в период создания отечественного ядерного оружия в конце 1940-х годов. Она была успешно разрешена в результате проектирования и сооружения первого в нашей стране радиохимического завода (РХЗ) большой производительности на Урале, в городе Челябинск-40, на базе № 10, известной теперь как комбинат «Маяк». Исходная задача комбината состояла в получении оружейного плутония, но вся цепочка химических реакций, отделяющих разные элементы друг от друга, естественно, пригодна и для переработки ОЯТ с атомных электростанций. По сходной схеме работают и другие отечественные РХЗ на Сибирском и Горно-химическом комбинатах - в городах Томск-7 (СХК) и Красноярск-26 (ГХК). Такую же задачу решали РХЗ в США, Великобритании, Франции и Китае.

С большой долей вероятности можно предположить, что аналогичные радиохимические установки небольшой мощности были использованы Индией и Пакистаном при получении плутония для национальных ядерных зарядов. В настоящее время крупной производительностью отличаются английский РХЗ фирмы BNFL (Селлафилд), находящийся на берегу внутреннего Ирландского моря, и французский - фирмы Cogema на мысе Аг, в проливе Ла-Манш.

По мере свертывания ядерных оружейных программ и роста числа АЭС радиохимические заводы все больше переориентировались на переработку ОЯТ энергетических реакторов. В частности, наш первый РХЗ в Челябинске-40 был модернизирован для этой цели и с тех пор носит новое название «РТ-1». Строившийся до развала Советского Союза второй завод - «РТ-2» законсервирован.

США избрали стратегию отсроченной (на 50-70 лет) утилизации выгруженного и выгружаемого из 107 американских АЭС ядерного топлива, приступив к сооружению глубинного федерального хранилища ОЯТ, рассматриваемого как стратегический государственный запас.

Почему другие страны не строят заводы для переработки ОЯТ?

Переработка ОЯТ, поступающего с АЭС, - очевидное будущее всех государств, развивающих ядерную энергетику. Такое «замыкание» ядерного топливного цикла (ЯТЦ) экономически целесообразно по ряду причин. Прежде всего, значительно (на 1/6 часть) сокращаются потребности в природном уране как за счет возврата 235-го изотопа урана, не сгоревшего в реакторе, так и в результате образования нового ядерного горючего - плутония. Как источник тепловой энергии 1 грамм плутония, кстати, эквивалентен примерно 1 тонне нефти. Переработанные ОЯТ можно использовать для производства ТВЭЛов, в том числе на основе смеси оксидов урана и плутония (так называемого МОХ-топлива). Помимо экономических преимуществ замыкание ЯТЦ снижает опасность распространения ядерного оружия из-за «сжигания» образующегося плутония, который в открытом цикле необходимо хранить под крайне жестким контролем. Хотя в мире накоплено около 240 тыс. тонн ОЯТ, переработано только 85 тыс. тонн. Из 30 государств, развивающих ядерную энергетику, только Великобритания, Франция и Россия построили и эксплуатируют РХЗ для переработки ОЯТ с АЭС. Это также обусловлено экономическими причинами, поскольку сооружение РХЗ экономически целесообразно лишь при годовой производительности 1 500 т ОЯТ, для чего необходимо эксплуатировать около 50 крупных АЭС. Поэтому Япония, в которой уже действуют 54 АЭС, вырабатывающие 1/3 всей электроэнергии, тоже приступила к сооружению РХЗ и планирует ввести его в строй через 2-3 года. В то же время необходимость переработки ОЯТ побудила владельцев многих АЭС искать предпринимателей, готовых взяться за эту работу. Возникшую нишу заполнили уже упоминавшиеся английский и французский радиохимические заводы. Они в течение нескольких десятилетий по долгосрочным контрактам перерабатывают ОЯТ с АЭС Бельгии, Германии, Швейцарии, Японии и других стран. Непременное условие таких контрактов - возврат всех трех перечисленных ранее компонентов ОЯТ (в том числе отходов высокой удельной активности) в страну - поставщика этого топлива. Кстати, отметим, что в соответствии с ранее заключенными международными соглашениями Россия также перерабатывала ОЯТ, которое поступало с АЭС, построенных по советским проектам в Болгарии, Венгрии, ГДР, Финляндии, Чехословакии и загружавшихся «свежим» ядерным топливом по поставкам из СССР и России. В настоящее время такие операции выполняются для ОЯТ с АЭС в Армении, Болгарии и Украине. Снижение порога ядерного противостояния сопровождается снижением загрузки перерабатывающих предприятий как у нас, так и за рубежом. Освобождающиеся мощности РХЗ целесообразно использовать для переработки ОЯТ из зарубежных стран. Законодательно закрепленная теперь инициатива Минатома РФ - попытка выступить конкурентом на этом высокоприбыльном рынке.

Как осуществляют перевозки ОЯТ.

Проблема транспортировки ОЯТ, которая существует со времени строительства РХЗ для целей выделения плутония как ядерной взрывчатки, обострилась после сооружения первых АЭС. Ведь промышленные реакторы и РХЗ находятся на одной площадке или вблизи друг от друга (например, в Челябинске-40 их разделяют всего 2 км), тогда как АЭС строили в регионах, остро нуждающихся в электроэнергии и удаленных от РХЗ на многие тысячи километров. При перевозках ОЯТ с площадок АЭС следовало решить 3 задачи: обеспечить радиационную безопасность персонала и населения (в том числе при аварийных ситуациях), исключить перегрев ОЯТ во время транспортировки и принять меры против попыток хищения топлива злоумышленниками. Это было сделано в результате разработки массивных защитных контейнеров из таких поглощающих радиацию материалов, как чугун, сталь и бетон, которые снижают интенсивность излучения до допустимых пределов, и специализированных вагон-контейнерных поездов. Ежегодно по дорогам России проходит 30 транспортов с радиационно опасными грузами, и пока не было зафиксировано ни одной аварии. В США для перевозок контейнеров с ОЯТ используют преимущественно автотрейлеры большой грузоподъемности. В Швеции, где большая часть АЭС находится на берегу Балтийского моря, для этой цели разработаны и построены специализированные суда. Транспортировку ОЯТ из японских АЭС на перерабатывающие заводы Великобритании и Франции также осуществляют морским путем. За 50 лет транспортировки ОЯТ и других источников ионизирующих излучений большой активности (в частности, используемых в радиотерапии злокачественных заболеваний) не было ни единого случая аварий с какими-либо радиационными последствиями, хотя в мире уже осуществлено более 1 млн. таких перевозок.

К сказанному необходимо добавить, что, во всяком случае, при перевозке радиоактивных отходов аварии случались, а ведь такие транспортировки, надо полагать, тоже сопровождались повышенными мерами безопасности. И еще: несмотря на режим секретности, маршруты следования поездов и морских судов периодически становятся достоянием гласности, чему мы бываем свидетелями, наблюдая за протестами «зеленых». Так что проблема транспортировки ОЯТ, безусловно, имеется, хотя нас и пытаются убедить в обратном.

Чем переработка ОЯТ грозит экологической ситуации.

Эксплуатация отечественного РХЗ в начальные годы его работы сопровождалась чрезмерным радиационным воздействием не только на персонал, но и на окружающую среду. При создании проекта этого уникального промышленного предприятия опереться на какой-либо опыт не было возможности. И хотя на комбинате были предусмотрены и сооружены хранилища радиоактивных отходов, многочисленные аварийные ситуации, особенно в первый период его работы, быстро привели к их переполнению. Уже в 1949 году поставленную в техническом задании на проектирование РХЗ задачу очистки сбросов в гидросеть, в частности в реку Теча, пришлось снять с повестки дня - создание такой системы существенно затягивало работы по получению плутония для первой советской атомной бомбы. Один из ветеранов Минатома, А.К. Круглов, в своей книге «Как создавалась атомная промышленность СССР» пишет, что «к концу 1949 г. нужно было выбирать: либо продолжать нарабатывать плутоний, либо остановить завод, прекратив сбросы радиоактивных вод в реку Теча. Решение было принято. Наработка плутония продолжалась. Специальная комиссия одобрила предложение комбината, поддержанное Минздравом СССР, об использовании бессточного озера Карачай для сброса радиоактивных растворов. Из-за загрязнения реки и прибрежной территории радиационному воздействию подверглись 124 тыс. человек, проживающих в районе поймы реки в Челябинской и Курганской областях. Большие дозы облучения (до 170 бэр) получили 28 тыс. чел. Было зарегистрировано 935 случаев заболеваний хронической лучевой болезнью. Пришлось отселить около 8 тыс. человек из 21 населенного пункта».

Конечно, сегодня ситуация далека от той, что была характерна для эпохи гонки ядерных вооружений. Десятилетия работ по снижению объемов и активности образующихся отходов, создание и совершенствование методов и средств очистки, жидких и улавливания газообразных радиоактивных веществ, оптимизации сроков выдержки выгруженного ОЯТ не прошли даром. В настоящее время выбросы и сбросы радионуклидов с РХЗ не превышают допустимых величин, устанавливаемых независимыми от Минатома России контрольными и надзорными органами, автоматизированные системы радиометрического и спектрометрического контроля позволяют быстро отсечь недопустимые сбросы, направив их в дополнительно созданные хранилища, либо снизить производительность комбината. Опыт работы «мокрого» хранилища ОЯТ на Красноярском ГХК показывает, что в выбросах обнаруживается только Cs-137, концентрация которого в 250 раз ниже допустимой, установленной Минздравом России в соответствии с международными рекомендациями. Заслуживает упоминания, что в Великобритании и Франции жидкие отходы РХЗ продолжают сливать в море, что приводит к повышенным концентрациям техногенных радионуклидов не только вблизи мест сбросов в Ирландском море и в проливе Ла-Манш, но и за тысячи километров от них. В частности, сбросы английского РХЗ являются главным источником поступления таких долгоживущих радионуклидов, как Sr-90 и Cs-137 с периодами полураспада 28 и 30 лет, в Северное, Норвежское, Баренцево, Карское и даже Белое моря. В соответствии с решением стран - участниц Лондонской конвенции планируется прекратить такие сбросы в моря к 2018 году. В нашей стране сливы жидких радиоактивных отходов (в основном от эксплуатации атомных подводных лодок) были прекращены в 1993 году.

Радиоэкологические проблемы переработки ОЯТ с использованием современных технологий и накопленного опыта в основном решены. Конечно, сказанное не относится к тяжелой задаче реабилитации радиоактивно-загрязненных районов, особенно вблизи комбината «Маяк», в частности озера Карачай и Теченского каскада водоемов и территорий, пострадавших от аварии в 1986 году на Чернобыльской АЭС. Это потребует многих лет работы и многомиллиардных затрат. Для оценки их масштаба стоит указать, что в США для проведения аналогичных работ выделяется по 2 млрд. долларов ежегодно. В соответствии с недавно принятым законом «О специальных экологических программах» именно на цели реабилитации и возвращения к нормальной жизни обширных регионов, выведенных ранее из использования в народном хозяйстве, и пойдут средства, которые выручит Минатом от переработки ОЯТ с зарубежных АЭС. По оценкам, сделанным на основе опыта, накопленного в нашей стране и за рубежом, переработка и хранение 20 тыс. тонн ОЯТ приводит к увеличению дозы облучения персонала РХЗ и населения ближайшей области всего на 1% в сравнении с получаемой от природных источников радиации (эта добавка в 10 раз меньше того облучения, которое мы ежегодно получаем в медицинских учреждениях). Сегодня переработка ОЯТ не вызывает чрезмерного радиационного воздействия на персонал ядерно-химических предприятий и население страны.

Оценка столь серьезных и опасных производств должна делаться еще на стадии проектирования. Ранее наиболее действенным и реальным был институт экологической экспертизы. Сейчас, увы, позиции государственной экспертизы во многом утрачены, и немалая часть недоброкачественных в экологическом смысле проектов тем не менее реализуется. Поэтому уверенности в том, что весь цикл переработки ОЯТ находится под жестким экологическим контролем, нет. Если же говорить о недавно принятом законе, разрешающем ввоз из-за рубежа и переработку ОЯТ на наших РХЗ, то, полагаю, та поспешность и та атмосфера, в которой принималось это решение, не добавляет нам уверенности в его экологической безупречности.

При обсуждении этого закона было много разговоров о том, что наша страна при реализации данного проекта получит значительные средства, за счет которых можно будет решить многие экологические проблемы. Но пока ни ОЯТ, ни деньги из-за рубежа не поступали, поэтому сказать, как на самом деле будет реализовываться принятый закон на практике, нельзя. Топливо, поступающее на переработку сейчас, - этот тот уран, который мы поставляли на АЭС, построенные за границей и который мы обязаны забирать после отработки. Поэтому на сегодняшний день никаких «ядерных» денег у нас нет, а следовательно, и о решении экологических проблем за счет этих средств говорить не приходится. Хотя нельзя не учитывать и того, что у России не так много конкурентоспособных «высоких» технологий мирового уровня. Технология переработки ОЯТ- одна из них. Развитие производств ядерного топливного цикла, в том числе радиохимических, обогащает технологическую культуру всего общества, ибо требует новых материалов, высококвалифицированных специалистов и так далее. Россия - ядерная держава (здесь нет оценок - хорошо это или плохо, это - факт), у нас накоплено радиоактивных веществ суммарной активностью более 4 млрд. Ku (Кюри). Поведение этих веществ придется контролировать тысячелетиями, если мы не научимся их перерабатывать, утилизировать. Уже в силу этого Россия намертво привязана к ядерной энергетике. Поэтому ядерно-энергетический потенциал страны необходимо поддерживать (хотя и вовсе не обязательно за счет переработки ОЯТ).

Каковы перспективы переработки ОЯТ.

Конечно, в период гонки ядерных вооружений переработка ОЯТ велась по политическим, даже геополитическим, причинам - без РХЗ наша страна не смогла бы обеспечить стратегического паритета с США в «холодной войне». Выполнение поставленной задачи изготовления и испытания первой советской атомной бомбы в исключительно короткие сроки сопровождалось вынужденными решениями. Одно из них - крайне высокие дозы облучения персонала отечественного РХЗ. По данным, опубликованным в 1990-е годы (до того времени они были секретными), при допустимом тогда пределе 30 бэр в год индивидуальные дозы в 1948-1958 годах составляли: для дозиметристов - около 150 бэр, для основного персонала технологических цехов - от 170 до 270 бэр. Последняя величина более чем в 100 раз превышает современную допустимую радиационную нагрузку для профессионалов! Такие высокие уровни облучения не могли не сказаться на здоровье людей. Лучевые заболевания были диагностированы у 3 444 сотрудников РХЗ. К счастью, эти мрачные страницы уже далеко позади. По мере совершенствования технологии, улучшения средств автоматизированного контроля и защиты, систем дозиметрии и радиационной безопасности условия труда при переработке ОЯТ приблизились к допустимым, не вызывающим опасений за состояние здоровья.

Дальнейшие работы по совершенствованию переработки ОЯТ продолжаются.

Особое внимание в этой сфере уделяют методам снижения суммарной активности отходов. Здесь перспективным представляется способ «выжигания» вредных компонентов путем дополнительного облучения и превращения (трансмутации) долгоживущих радионуклидов в более короткоживущие. Такие научно-исследовательские работы по многолетним программам ведутся во Франции, Японии и в России в рамках Федеральной целевой программы обращения с ОЯТ и радиоактивными отходами. Не меньшее внимание привлекают способы отверждения жидких отходов высокой удельной активности (ОВУА), которые многие годы хранят в баках из нержавеющей стали. Жидкие ОВУА ныне эффективно остекловывают как в нашей стране, так и за рубежом, и это резко снижает опасность миграции долгоживущих радионуклидов из временных хранилищ. В Курчатовском институте совместно с МосНПО «Радон» создан способ плазменной переработки радиоактивных отходов, резко снижающий их объем (но не активность!) и существенно удешевляющий последующее хранение.

Разрабатываются также новые способы антикоррозионной защиты химических реакторов и их дезактивации, совершенствуются методы улавливания газов и аэрозолей (особенно радиоактивного йода), изучаются возможности фторидной технологии переработки ОЯТ, практически исключающей образование жидких РАО. Снижаются выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду.

На мой взгляд, перспективы переработки ОЯТ зависят от ответа на несколько очень важных вопросов. Один из главных - насколько экономически эффективна как сама переработка, так и ядерная отрасль в целом. Проще говоря, сколько стоит весь цикл производства, начиная от разработки месторождения и кончая переработкой и захоронением радиоактивных материалов? К сожалению, таких достоверных данных нет. Все цифры, которые мы имеем на сегодняшний день, весьма неполны, а в некоторых случаях - фальсифицированы. Если посчитать собственно стоимость работы АЭС, то получается, что во многих случаях это рентабельное производство. Беда в том, что полностью ядерный топливный цикл не просчитан. А имеющиеся расчеты показывают, что практически все виды производства электроэнергии требуют примерно одинаковых затрат. В последнее время удалось существенно приблизить к рентабельности даже ветровые и солнечные установки. И тут возникает проблема оценки риска дальнейшего развития атомной энергетики.

Если мы готовы к тому, что примерно раз в столетие на атомных станциях возможна серьезная авария, значит, мы сознательно принимаем такой риск.

Таким образом, мы подошли еще к одному первостепенному вопросу ядерной энергетики - безопасности функционирования отрасли. Каким бы способом мы ни перерабатывали ОЯТ, все равно при этом образуется определенное количество веществ, которые в силу чрезвычайно высокой радиоактивности должны быть очень надежно спрятаны. Так, например, хранилища жидких отходов на многих АЭС близки к заполнению. Хуже всего обстоят дела на Курской АЭС - там почти не осталось места для жидких отходов. Поэтому прежде всего нужно понять, есть ли у атомщиков стратегия переработки ОЯТ и захоронения отходов. Пока такой четкой, предельно ясной стратегии не видно. Во всяком случае, те способы захоронения, которыми пользуются сегодня, довольно опасны. И мы сейчас закладываем бомбу замедленного действия если не для себя, то для наших потомков. Следовательно, перспективы переработки ОЯТ зависят от экономической эффективности ядерной энергетики, правильной оценки допустимой степени риска, которую несет в себе эта отрасль, и возможности безопасного захоронения радиоактивных отходов. Учтя все это, нужно принять решение о приоритетном способе добычи энергии. Станет ли таким приоритетом ядерная энергетика - большой вопрос. Но, конечно, подобное решение не может и не должно приниматься в одночасье. Тем более что время для дискуссии есть. Ведь только разведанных запасов нефти хватит примерно на 100 лет, газа - на 70-150, угля - на 500, если, конечно, не будет существенного скачка энергопотребления.

В чем я убежден совершенно, так это в том, что просто жизненно необходимо активизировать поиски новых источников энергии и развивать энергосберегающие технологии. Для России энергосбережение на ближайшую перспективу - главная задача. Ведь если посчитать, какой объем ВВП (внутреннего валового продукта) в денежном эквиваленте производится на джоуль энергии, то окажется, что в России этот показатель в 6-7 раз меньше, чем в Западной Европе, то есть эффективность очень низкая и резервы тут огромны. [4]

Ближайшими для Новокузнецка являются два радиохимических завода в городах Томск-7 или Северск и закрытый город Красноярск 26. Г. Железногорск.

Томский след северо-восточного направления образовался в 1993 году в результате аварии (химического взрыва технологического аппарата) на РХЗ военного назначения. Существует и след по реке Томь от нормативных сбросов слабоактивных отходов. [2]

**4. Международные принципы и примеры технологий в области захоронения ядерных отходов**

В данном разделе рассмотрим вопросы, связанные с современными принципами, лежащими в основе работы с ядерными отходами.

Изначально считалось, что достаточной мерой является рассеяние радиоактивных изотопов в окружающей среде, как и в других отраслях промышленности. На предприятии "Маяк" в первые годы работы все радиоактивные отходы сбрасывались в близлежащие водоёмы. Вследствие чего загрязнёнными оказались теченский каскад водоёмов и сама река Теча.

Позже выяснилось, что за счёт естественных природных и биологических процессов радиоактивные изотопы концентрируются в тех или иных подсистемах биосферы (в основном в животных, в их органах и тканях), что повышает риски облучения населения (за счёт перемещения больших концентраций радиоактивных элементов и возможного их попадания с пищей в организм человека). Поэтому отношение к радиоактивным отходам было изменено.

На данный момент сформирован ряд принципов, нацеленных на такое обращение с радиоактивными отходами, которое обеспечит защиту здоровья человека и охрану окружающей среды сейчас и в будущем, не налагая чрезмерного бремени на будущие поколения.

Основополагающие принципы обращения с радиоактивными отходами:

1) Защита здоровья человека. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы обеспечить приемлемый уровень защиты здоровья человека.

2) Охрана окружающей среды. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы обеспечить приемлемый уровень охраны окружающей среды.

3) Защита за пределами национальных границ. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы учитывались возможные последствия для здоровья человека и окружающей среды за пределами национальных границ.

4) Защита будущих поколений. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы предсказуемые последствия для здоровья будущих поколений не превышали соответствующие уровни последствий, которые приемлемы в наши дни.

5) Бремя для будущих поколений. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется таким образом, чтобы не налагать чрезмерного бремени на будущие поколения.

6) Национальная правовая структура. Обращение с радиоактивными отходами осуществляется в рамках соответствующей рациональной правовой структуры, предусматривающей чёткое распределение обязанностей и обеспечение независимых регулирующих функций.

7) Контроль за образованием радиоактивных отходов. Образование радиоактивных отходов удерживается на минимальном практически осуществимом уровне.

8) Взаимозависимости образования радиоактивных отходов и обращения с ними. Надлежащим образом учитываются взаимозависимости между всеми стадиями образования радиоактивных отходов и обращения с ними.

9) Безопасность установок. Безопасность установок для обращения с радиоактивными отходами надлежащим образом обеспечивается на протяжении всего срока их службы.

При хранении радиоактивных отходов их следует содержать таким образом, чтобы: обеспечивались их изоляция, охрана и мониторинг окружающей среды;

по возможности облегчались действия на последующих этапах (если они предусмотрены).

В некоторых случаях хранение может осуществляться главным образов по техническим соображениям, например, хранение радиоактивных отходов, содержащих в основном короткоживущие радионуклиды, в целях их распада и последующего сброса в санкционированных пределах или хранение радиоактивных отходов высокого уровня активности до их захоронения в геологических формациях в целях уменьшения тепловыделения.

Предварительная обработка отходов является первоначальной стадией обращения с отходами. Она включает сбор, регулирование химического состава и дезактивацию и к ней может относиться период промежуточного хранения. Эта стадия очень важна, так как во многих случаях в ходе предварительной обработки представляется наилучшая возможность для разделения потоков отходов.

Обработка радиоактивных отходов включает операции, цель которых состоит в повышении безопасности или экономичности посредством изменения характеристик радиоактивных отходов. Основные концепции обработки: уменьшение объёма, удаление радионуклидов и изменение состава.

Примеры:

сжигание горючих отходов или уплотнение сухих твёрдых отходов;

выпаривание, фильтрация или ионный обмен потоков жидких отходов;

осаждение или флокуляция химических веществ.

Кондиционирование радиоактивных отходов состоит из таких операций, в процессе которых радиоактивные отходы превращают в форму, приемлемую для перемещения, перевозки, хранения и захоронения. Эти операции могут включать иммобилизацию радиоактивных отходов, помещение отходов в контейнеры и обеспечение дополнительной упаковки. Общепринятые методы иммобилизации включают отвердение жидких радиоактивных отходов низкого и среднего уровней активности путём их включения в цемент (цементирование) или битум (битумирование), а также остекловывание жидких радиоактивных отходов.

Иммобилизованные отходы в свою очередь в зависимости от характера и их концентрации могут упаковываться в различные контейнеры, начиная от обычных 200-литровых стальных бочек до имеющих сложную конструкцию контейнеров с толстыми стенками. В многих случаях обработка и кондиционирование проводятся в тесной связи друг с другом.

Захоронение главным образом состоит в том, что радиоактивные отходы помещаются в установку для захоронения при соответствующем обеспечении безопасности без намерения их изъятия и без обеспечения долгосрочного наблюдения за хранилищем и технического обслуживания. Безопасность в основном достигается посредством концентрации и удержания, что предусматривает изоляцию надлежащим образом концентрированных радиоактивных отходов в установке для захоронения» [2].

Для подтверждения вышесказанного приведем в пример фрагмент из международного договора о безопасности обращения с радиоактивными отходами.

**«**БЕЗОПАСНОСТЬ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Статья 11

Общие требования в отношении безопасности.

Каждая Договаривающаяся Сторона принимает соответствующие меры для обеспечения того, чтобы на всех стадиях обращения с радиоактивными отходами осуществлялась надлежащая защита отдельных лиц, общества в целом и окружающей среды от радиологических и других рисков.

При этом каждая Договаривающаяся Сторона принимает соответствующие меры, с тем чтобы:

I) Обеспечить уделение надлежащего внимания вопросам критичности и отвода остаточного тепла, образующегося в ходе обращения с радиоактивными отходами;

II) Обеспечить, чтобы образование радиоактивных отходов поддерживалось на минимальном практически достижимом уровне;

III) учесть взаимозависимость различных стадий обращения с радиоактивными отходами;

IV) предусмотреть эффективную защиту отдельных лиц, общества в целом и окружающей среды путем применения на национальном уровне соответствующих методов защиты, утвержденных регулирующим органом, в рамках своего национального законодательства, должным образом учитывающего одобренные на международном уровне критерии и нормы;

V) учесть биологические, химические и другие риски, которые могут быть связаны с обращением с радиоактивными отходами;

VI) стремиться избегать действий, имеющих обоснованно предсказуемые последствия для будущих поколений, более серьезные, чем те, которые допускаются в отношении нынешнего поколения;

VII) не возлагать чрезмерного бремени на будущие поколения.

Статья 19

Законодательная и регулирующая основа

1. Каждая Договаривающаяся Сторона создает и поддерживает законодательную и регулирующую основу для обеспечения безопасности обращения с отработавшим топливом и с радиоактивными отходами.

2. Эта законодательная и регулирующая основа предусматривает:

I) введение соответствующих национальных требований в отношении безопасности и регулирующих положений по радиационной безопасности;

II) систему лицензирования деятельности в области обращения с отработавшим топливом и с радиоактивными отходами;

III) систему запрещения эксплуатации установки для обращения с отработавшим топливом или с радиоактивными отходами без лицензии;

IV) систему соответствующего ведомственного и регулирующего контроля, а также документации и отчетности;

V) принудительные меры для выполнения действующих регулирующих положений и условий лицензий;

VI) четкое распределение обязанностей органов, занимающихся различными стадиями обращения с отработавшим топливом и радиоактивными отходами.

3. При рассмотрении вопроса о применении регулирования к радиоактивным материалам в качестве радиоактивных отходов Договаривающиеся Стороны должным образом учитывают цели настоящей Конвенции». [6]

Конвенция вступила в силу для России 19.04.2006.

**5. Сравнения ТЭЦ и АЭС**

Однако радиоактивное заражение возможно не только вблизи объектов атомного производственного цикла. Нижеприведенная статья раскрывает некоторые аспекты проблемы радиоактивности в современной энергетике.

На территории Кемеровской области нет мест захоронения радиоактивных отходов, однако подавляющие большинство котельных и электростанций работают на угле, а значит будут связанные с этим издержки.

Уголь, подобно большинству других природных материалов, содержит ничтожные количества первичных радионуклидов. Последние, извлеченные вместе с углем из недр земли, после сжигания угля попадают в окружающую среду, где могут служить источником облучения людей.

Хотя концентрация радионуклидов в разных угольных пластах различается в сотни раз, в основном уголь содержит меньше радионуклидов, чем земная кора в среднем. Но при сжигании угля большая часть его минеральных компонент спекается в шлак или золу, куда в основном и попадают радиоактивные вещества. Большая часть золы и шлаки остаются на дне топки электросиловой станции. Однако более легкая зольная пыль уносится тягой в трубу электростанции. Количество этой пыли зависит от отношения к проблемам загрязнения окружающей среды и от средств, вкладываемых в сооружение очистных устройств. Облака, извергаемые трубами тепловых электростанций, приводят к дополнительному облучению людей, а осевшие на землю частички могут вновь вернуться в воздух в составе пыли.

Мировой выброс урана и тория от сгорания угля составляет около 40000 т ежегодно. В процессе сжигания угля теряется больше потенциальной энергии, чем выбрасывается.

ТЭЦ на угле России выбрасывают радионуклиды, превышающие 1000 тонн в год по урану. Для сравнения: предприятиями Росатома России в 2004 году в водные объекты сброшено около 7 т урана, выбросы в атмосферу составили 2,9 т.

ТЭЦ на угле (Nэл=1000 МВт) в течение года выделяется больше радиоактивности, чем АЭС, а в золе содержится столько урана-235, что достаточно для изготовления двух атомных бомб. Экспериментально установлено, что индивидуальные дозы облучения в районе расположения ТЭЦ мощностью 1000 МВт превышают аналогичную дозу вблизи АЭС в 5-10 раз.

Немного известно также о вкладе в облучение населения зольной пыли, собираемой очистными устройствами. В некоторых странах более трети ее используется в хозяйстве, в основном в качестве добавки к цементам и бетонам. Иногда бетон на 4/5 состоит из зольной пыли. Она используется также при строительстве дорог и для улучшения структуры почв в сельском хозяйстве. Все эти применения могут привести к увеличению радиационного облучения, но сведений по этим вопросам публикуется крайне мало.

**6. Интересные факты**

Урановые топливные сборки, изготовленные в России, используются в каждом восьмом атомном энергоблоке мира (в 2007 г. в мире 432 энергоблока). Только в США более половины энергоблоков работают на российском уране (в США действуют 104 энергоблока, в России - 31).

Одна топливная таблетка из диоксида урана 4,5 г (обогащение до 4% по урану-235) выделяет энергию, эквивалентную сжиганию 882 кг дров, 550 кг угля, 500 куб. м природного газа или 500 кг нефти.

Один тепловыделяющий элемент (твэл, вмещает 340 топливных таблеток) для реактора ВВЭР-1000 выделяет энергию, эквивалентную сжиганию 300 т дров, 190 т угля, 170 тыс. куб. м природного газа или 170 т нефти.

Одна тепловыделяющая сборка (ТВС, состоит из 312 твэлов, вмещающих 106080 топливных таблеток) для реактора ВВЭР-1000 выделяет энергию, эквивалентную сжиганию 93,6 тыс. т дров, 59,28 тыс. т угля, 53,04 млн. куб. м природного газа или 53 тыс. т нефти.

Общая загрузка активной зоны для реактора ВВЭР-1000 составляет примерно 80 тонн диоксида урана.

Отметим, что для ТЭС на угле мощностью 2 ГВт требуется 6 млн. т угля (~ 150000 вагонов угля в год, >400 вагонов в сутки), потребление кислорода составляет ~ 1010 м3/год, накапливается около 1,4 млн. т (800 тыс. м3) твердых отходов в год.

Для АЭС требуется топлива 2 вагона в год, кислород не потребляет, облученное (отработанное) ядерное топливо (ОЯТ) составляет 40-50 т (5 м3) в год.

Такое громадное количество твердых отходов ТЭС не имеет никакой энергетической ценности, а изготовленное новое топливо из 50 т ОЯТ позволяет заместить 2 млн. т угля, 1,6 миллиардов м3 газа, 1,2 млн. т нефти. 1,2 млн. тонн российской нефти - это 900 млн. долларов США. 1,6 млрд. м3 газа - это 500 млн. долларов США.

В настоящее время установлено, что добыча этих 6 млн. т угля обойдется в 24 человеческие жизни и 90 травм шахтеров. [7]

**7. Захоронения РАО в РФ**

Рассмотрим вопрос ввоза в РФ отработанного ядерного топлива. В качестве примера приведем статью с сайта отечественной экологической организации.

**Смертельно опасное лидерство**

Россия – единственная страна в мире, принимающая в промышленных масштабах обедненный гексафторид урана из-за рубежа.

В России и за рубежом накопилось несколько миллионов тонн отвального гексафторида урана, планов по дальнейшему использованию которого в обозримой перспективе нет, таким образом, это вещество является радиоактивными отходами. Согласно российскому «Закону об использовании атомной энергии» (от 21 ноября 1995 года No. 170-ФЗ) радиоактивные отходы (РАО) – это ядерные материалы и радиоактивные вещества, дальнейшее использование которых не предусматривается. В соответствии с «Законом об охране окружающей среды» ввоз радиоактивных отходов в страну запрещен.

Официальные отчеты за 2004-2007 года российского надзорного органа Ростехнадзора признают, что уже накопленные в России отходы отвального гексафторида урана представляют серьезную проблему, хранение контейнеров с этими отходами под открытым небом на российских предприятиях (всего их 4), по данным Ростехнадзора, не соответствует современным требованиям безопасности. Контейнеры подвержены коррозии, вследствие чего возникает угроза разгерметизации. [8]

Смертность от онкологических заболеваний очень высока. А радиоактивное заражение резко увеличивает шанс заболеть раком.

В 2011–2013 годах предусмотрено еще 21 миллиард рублей, это не считая тех средств, которые будут направлены из федерального Фонда обязательного медицинского страхования и из региональных бюджетов на модернизацию учреждений здравоохранения», - сказала Голикова.На сегодняшний день в рамках приоритетного национального проекта "Здоровье", направленного на совершенствование оказания медицинской помощи больным со злокачественными новообразованиями, участвует 21 регион России. По словам министра, к 2013 году в этой программе будут участвовать все регионы России. В то же время Голикова отметила, что ежегодно при современных возможностях нашей медицины в России от рака умирает более 285 тысяч человек, что свидетельствует о недостаточном выявлении заболеваний на ранних стадиях. Министр считает, что необходимо усилить роль выявления злокачественных новообразований в первичном звене. [9]

В Ленинградской области «Росатом» планирует построить пункт захоронения радиоактивных отходов средней и низкой активности к 2016 году. Финансирование проекта будет осуществляться за счет привлеченных инвестиций.

По сообщениям «Интерфакса», этот проект был одобрен на общественном совете госкорпорации «Росатом» в четверг, 7 октября. Планируется, что в середине ноября начнется процедура общественного обсуждения, а в декабре - начале января, состоятся общественные слушания.

Росамтом» обсуждает два варианта захоронения отходов: заглубленный и приповерхностный. По официальной информации уже решено, что будет создано хранилище на 50 тыс. кубометров, стоимостью в 4 млрд. рублей вместе с инфраструктурой. Планируется, что работать хранилище сможет около 10 лет.

Как сообщил журналистам директор проектного офиса «Росатома» по созданию систем обращения с РАО Александр Абрамов, «мы работаем сейчас над привлечением финансирования». По его словам, решение по финансированию проекта необходимо будет принять не позднее 2012 года, так как строительство должно начаться в 2013 году.

Пункт захоронения будет расположен, предположительно в Ленинградской области рядом с городом Сосновый Бор. Сообщается, что это хранилище будет ориентировано только на радиоактивные отходы, которые формируются в ходе работы медицинских, научных и образовательных учреждений.

Напомним, что в настоящий момент в России хранилища для ядерных отходов находятся в Челябинской, Пензенской и Курганской областях. По статистике, смертность от онкологических заболеваний в этих регионах превышает 40%, в то время как по России эта цифра составляет 25%». [10]

Не в качестве опровержения вышеприведенной статьи, а в качестве материала для размышления, приведем данные из экологического доклада ПО «Маяк» расположенный в Челябинской области.

Таблица 3 - Годовая эффективная доза облучения населения[11]

Таблица 4 - Содержание радионуклидов в основных продуктах питания [11]

**Заключение**

Первая в мире опытно-промышленная АЭС мощностью в 5 МВт была пущена в СССР 27 июня 1954 г. в г. Обнинске. В последующий период производство электроэнергии на АЭС быстро росло и в настоящее время в развитых странах они превратились в основного поставщика электроэнергии.

Альтернативы использованию АЭС в глобальной экономике в настоящее время нет, а в обозримом будущем она может появиться только со стороны термоядерных установок.

По результатам найденного материала можно сделать вывод о том, что работа предприятий ядерного цикла в режиме нормальной эксплуатации не наносит человеку сколько-нибудь заметного вреда и значительно безопаснее последствий других видов деятельности. Аварии на АЭС значительно увеличивают экологическую угрозу, но не в большей степени, чем аварии на крупных химических производствах, бесконтрольное использование пестицидов и минеральных удобрений, аварии на транспорте и т.д.

Однако, фактом остается то, что далеко не все факторы воздействия радиации и всего цикла ядерного производства изучены и даны однозначные заключения специалистов. Фактом остается повышенная смертность от онкологических заболеваний жителей областей соседствующих с РХЗ.

В настоящее время лидером по количеству АЭС является США, где действуют 104 станции, Россия занимает 4 место в мире, на территории нашей страны действует 31 станция, строятся еще 6. [12]

Отметим, что и зарождение жизни на Земле и ее последующая эволюция протекали в условиях постоянного воздействия радиации. Хорошее знание свойств радиации и ее воздействия позволяет свести к минимуму связанный с ее использованием риск и по достоинству оценить те огромные блага, которые приносит человеку применение достижений ядерной физики в различных сферах.

**Список литературы**

1. Экологический словарь.
2. Википедия свободная энциклопедия, - http://ru.wikipedia.org
3. Радиация. Интернет энциклопедия. http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/rad\_10.htm
4. Журнал «Вокруг света» №7 (2754), Июль 2003, Безопасная опасность
5. http://www.greenpeace.org/russia/ru/
6. Материалы Международная конференция в Вене 5 сентября 1997 года. http://www.bellona.ru/Casefiles/vienna97
7. "Томский вестник" 2008. Феликс Кошелев, Владимир Каратаев, доценты ТПУ. http://www.atomsib.ru/press\_center/1052/
8. Материал с интернет портала www.green.tomsk.ru;
9. Медицинский журнал «Medpulse». http://www.medpulse.ru/health/9529.html
10. Интернет журнал «KM.RU» 07.10.2010.;http://news.km.ru
11. ФГУП «Маяк». Отчет по экологической безопасности 2009.; http://www.po-mayak.ru/
12. Доклад МАГАТЭ 2008г. http://protown.ru/information/hide/4469.html