

Политика в области обращения с радиоактивными отходами

В ходе 27-й очередной сессии Генеральной конференции МАГАТЭ, состоявшейся в Вене в октябре 1983 г., на дневном научном заседании, посвященном состоянию дел и государственной политике в области обращения с радиоактивными отходами выступили ответственные представители Аргентины, Великобритании, Индии, США, Франции, ФРГ, Швеции, Японии. Выступления участников заседания приводятся ниже в хронологическом порядке.

Подводя итог дискуссии на дневном заседании, Генеральный директор МАГАТЭ доктор Ханс Бликс отметил те моменты, по которым выявилась общность взглядов. Он напомнил, что еще в 1957 г. признавалась необходимость определения различных вариантов безопасного обращения с радиоактивными отходами и их захоронения. Были осуществлены широкие научно-исследовательские программы. И к настоящему времени достижения ядерной индустрии в области обращения с радиоактивными отходами вполне удовлетворительны. Хранение отходов и обращение с ними осуществлялось с минимальным воздействием на человека и окружающую среду: в ядерной области не было таких серьезных загрязнений окружающей среды, какие были вызваны растеканием нефти.

Все страны, промышленно развитые и развивающиеся, заботились о том, чтобы проблемы обращения с отходами не легли бременем на плечи будущих поколений. В некоторых странах финансирование всех операций с радиоактивными отходами, включая снятие установок с эксплуатации, возложено на электроэнергетические компании.

„Я отмечаю общность взглядов по другому вопросу, а именно, что нет срочности, с технической точки зрения, в захоронении отходов высокой активности, так как их можно безопасно хранить и обращаться с ними в течение многих десятилетий, т. е. достаточно долго, чтобы за это время можно было выбрать наиболее подходящий вариант захоронения. Наконец, кажется, все должны согласиться с тем, что в ожидании окончательного захоронения есть большое достоинство — оно позволит снизить радиоактивность и тепловыделение отходов”.

Д-р Бликс отметил, что безопасное и постоянное удаление радиоактивных отходов является предметом всеобщего беспокойства, и государства-члены осознают необходимость международного сотрудничества. Он сказал: „Наиболее полезными были бы принятые на международном уровне общие критерии безопасного захоронения отходов. Я могу добавить, что Секретариат МАГАТЭ консультировался со специалистами и регулирующими организациями ряда стран, имеющих передовые программы обращения с ядерными отходами, и нашел широкую поддержку с их стороны в деле выработки таких критериев”.

Во многих странах уже проводятся или будут вскоре проводиться проектные работы и исследования по разработке хранилищ для высокоактивных отходов. В области захоронения отходов низкой активности наблюдаются две тенденции: одна — сбрасывание в море и другая — захоронение в земле. Международные организации активно участвуют в оценке безопасности этих вариантов. Обращение с отходами низкой и средней активности требует к себе постоянного внимания; хотя имеющаяся технология для контролирования выхода жидких и газообразных сред во время эксплуатации предприятий ядерной промышленности достаточно эффективна, чтобы сделать ядерную энергетику очень чистым источником энергии с точки зрения окружающей среды.

„В наш век — век особого внимания к окружающей среде, — сказал д-р Бликс, — когда влияние загрязнения и обычных токсичных отходов на человека и окружающую среду является предметом явного беспокойства, я думаю, что мы должны сделать вывод, что достижения ядерной промышленности в области обращения с отходами более заметны по сравнению с достижениями в этой области в других отраслях промышленности. Я думаю, все сказанное на данном заседании убеждает в том, что все страны, а не только те, представителей которых мы выслушали, осознают абсолютную необходимость обеспечения безопасности окружающей среды”.



Адмирал Карлос КАСТРО МАДЕРО,
Председатель
Национальной комиссии по атомной энергии
Аргентины,
представитель Аргентины в Совете управляющих
МАГАТЭ

Образование радиоактивных отходов высокой активности является следствием ядерного производства электроэнергии. Природа этих отходов не зависит от того, принято ли решение перерабатывать или не перерабатывать отработавшее топливо.

Вариант непосредственного захоронения облученных топливных элементов был отвергнут в Аргентине не только из-за важности для энергетики

производства плутония, содержащегося в них, но также по экологическим причинам. Безусловно, топливные элементы не предназначены для длительного удержания радионуклидов после захоронения, более того, полный набор актинидов в непереработанном топливе имел бы большее радиологическое воздействие, чем в случае повторного использования плутония.



Участники Генеральной конференции МАГАТЭ обсуждают раздел выставки о практике государств-членов в обращении с радиоактивными отходами.

Проблемы, связанные с хранением радиоактивных отходов высокой активности, станут значительными в Аргентине во второй половине 90-х годов. Однако решение преодолеть технологические трудности захоронения отходов было принято заблаговременно.

Основной задачей при обращении с радиоактивными отходами является хранение их изолированно от биосферы в течение периода времени, требующегося для их достаточного распада.

В настоящее время на международном уровне существует мнение, что захоронение высокоактивных отходов, переведенных в твердую форму, в глубоко залегающих геологических формациях с соответствующими характеристиками является тем путем, который создавал бы для нынешних и будущих поколений риск, не превышающий риск от нормально воспринимаемых повседневных опасностей.

Аргентина в настоящее время проводит исследования по осуществимости и проработке проекта глубинного искусственного хранилища в целостных гранитных формациях для захоронения отходов, образующихся в результате осуществления своей ядерно-энергетической программы. В результате широких поисков возможных площадок была выбрана гранитная интрузивная формация в Сьерра-дель-Медио, близ Гастре в провинции Чубут. Именно там сейчас проводятся детальные изыскания с бурением скважин на глубины, превышающие 600 м.

Основным предположением проекта для возможного хранилища в гранитных формациях является то, что там неизбежно имеется определенное количество воды, что, спустя очень длительный период времени, приведет к коррозии контейнера, попаданию грунтовых вод в содержащую отходы матрицу, выщелачиванию матрицы и последующей миграции радионуклидов. Если принять такую возможность как основное предположение, то важным моментом становится обеспечение достаточно длительной „задержки” прохождения этих процессов.

Такая „задержка” зависит от соответствующей комбинации геологических и инженерных барьеров. Инженерные барьеры изучаются рядом институтов Аргентины, специализирующихся в области материаловедения и процессов коррозии, в дополнение к этому под наблюдением Национальной комиссии по атомной энергии Аргентины (CNEA) и Национального университета в Сан-Хуане проводятся радиоэкологические, термальные и геологические исследования.

Кроме „обычного” механизма возвращения радионуклидов в биосферу, проектные требования учитывают возможность редких разрушительных событий. В обеих ситуациях целью обеспечения безопасности является снижение индивидуального риска и ограничение коллективного воздействия до уровня не выше, чем на других этапах ядерного топливного цикла.

Хранилище должно будет удовлетворять потребности Аргентинской ядерной программы. Шесть

атомных электростанций, которые предполагается ввести в эксплуатацию к концу этого столетия, за 30 лет эксплуатации выработают примерно 80 ГВт-лет электроэнергии. Отходы, образующиеся при переработке использованных для выработки такого количества энергии топливных элементов, потребуют около 3000 контейнеров диаметром около 0,6 и высотой 1,6 м. Аналогичным образом необходимо предусмотреть будущее расширение хранилища в соответствии с постепенным возрастанием потребностей развития ядерной программы.

Радиоактивные отходы будут заключены в матрицу из боросиликатного стекла, помещаемую в конструкцию из нержавеющей стали. Эта конструкция затем будет покрыта слоем свинца толщиной около 10 см (что защитит ее от коррозии, предположительно, на период до 1000 лет) и защищена снаружи металлическим кожухом. Конструкция контейнеров будет соответствовать правилам МАГАТЭ по безопасной перевозке.

Содержание продуктов деления и трансурановых окислов было установлено на уровне 10% по весу. Кроме того, минимальное время выдержки отходов перед их загрузкой в хранилище было ограничено 20-ю годами от момента извлечения отходов из реактора. Тепловая мощность каждого контейнера будет 500 Вт.

Дополнительным инженерным барьером является окончательная герметизация объема хранилища заполнителями, проявляющими высокую сопротивляемость проникновению воды и миграции радионуклидов. Это может быть осуществлено смесью песка и бентонита с высокими задерживающими свойствами, которая будет использоваться для заполнения каждой ниши, сделанной в хранилище.

Было решено, что проницаемость породы в зоне сооружения хранилища не должна превышать 10^{-9} м/с, а максимальная проектная температура породы была принята равной 60°C .

Исследование характера изменения во времени температуры гранитной формации показывает, что предел в 60°C в качестве максимальной проектной температуры породы требует ограничения расстояния примерно в 5 м между контейнерами и плотности тепловыделения в горизонтальной плоскости хранилища величиной 5 Вт/м^2 .

Контейнеры будут помещаться вертикально в шахтные стволы, сделанные в полу галерей, расстояние между последними будет 20 м. Стволы будут диаметром 1 м и глубиной примерно 4,5 м.

Работы по выбору площадки были начаты в 1980 г. На начальной стадии удалось выявить 200 гранитных интрузий, распределенных по всей стране. Затем была проведена работа по предварительному отбору таких формаций, которые располагаются за пределами сейсмических зон, а также территорий, в которых проводились или предполагаются в будущем горные разработки или добыча нефти, формаций, в которых не зарегистрировано больших петрографических изменений и которые не расположены в областях, обладающих, как принято считать, неблагоприятными гидрогеологическими характеристиками.

Кроме того, в качестве дополнительных критериев при выборе площадок принимались во внимание определенные характеристики, считающиеся неблагоприятными с точки зрения сооружения и эксплуатации хранилища. Имеются в виду заселенные зоны, области туризма или труднодоступные районы.

Таким образом, оказалось возможным выделить семь массивов на юге Аргентины, удовлетворяющих установленные критерии предварительного отбора.

Затем на основе обследования предварительно отобранных семи гранитных массивов было выбрано четыре, как наиболее подходящие для продолжения детальных исследований.

В Сьерра-дель-Медио (одном из четырех выбранных массивов) было решено проводить исследование в соответствии со следующей схемой действий:

- а) фотоинтерпретация;
- б) статистический анализ строения;
- в) геологическая и геофизическая разведка скального массива;
- г) бурение на глубины до 200 м;
- д) геоморфологический и гидрогеологический анализы регионального масштаба;
- е) скважины глубиной более 600 м.

На основе анализа строения и геологической и геофизической разведки скального массива было пробурено 10 скважин для петрографического и структурного исследований. Эти скважины, глубина которых колебалась от 200 до 280 м, были предназ-

начены для детального определения границ выбранной области и для исследования изломов, даек и других наблюдаемых на поверхности аномалий. Полученные результаты анализировались геостатистическими методами.

В настоящее время анализируются образцы, полученные из четырех скважин глубиной 600 м, пробуренных на вершинах области площадью 4 км², на которой выявлено наименьшее изменение пород. Этот анализ дает данные, необходимые для завершения начальной фазы детальных изысканий в Сьерра-дель-Медио.

Полученные результаты достаточно перспективны для продолжения детальных изысканий и приводят к мысли о том, что Сьерра-дель-Медио — район вполне благоприятный с точки зрения выбора площадки. Эти изыскания предполагается завершить к середине 1984 г.

Решение о строительстве хранилища должно быть принято в ближайшем будущем. Хотя проблема высокоактивных отходов в Аргентине не является в настоящее время неотложной, CNEA считает, что она должна заняться решением проблемы обращения с отходами и их захоронения в процессе осуществления своей ядерно-энергетической программы с тем, чтобы будущие поколения не столкнулись с „унаследованной” проблемой, когда будет уже слишком поздно.

Г-н Жан ОРО
Государственный секретарь,
министр промышленности и исследований
по вопросам энергетики,
Франция

Эта встреча за круглым столом, организованная Международным агентством по атомной энергии, посвящается обращению с радиоактивными отходами. Я счастлив, что имею возможность непосредственного взаимодействия с органом, который своей деятельностью во всем мире помогает нам в достижении одной из целей, которая была наиболее важной для меня, так как я взял на себя трудную задачу формирования политики правительства Франции в области энергетики. Я говорю о цели, которая вдохновляет всю нашу работу и которая должна считаться конечной целью всех успехов, которые мы надеемся достичь в вопросах энергетики: поставить энергию на службу человечеству, а не делать народы рабами энергии. В настоящее время после успешного устранения напряженности на нефтяном рынке создавшееся изобилие, которое в большой степени является следствием продолжающегося в те-

чение ряда лет спада мировой экономики, не позволит нам забыть, что эта цель является главной. Ядерная энергия для многих стран может быть одним, если не единственным, путем удовлетворения будущих потребностей в энергии, дающим возможность сохранить национальную независимость и обеспечить невосприимчивость к возможным в будущем колебаниям цен на энергетическое сырье.

Вот принцип, который определит развитие ядерной программы Франции. К 1990 г. более 70% потребностей Франции в электроэнергии будут удовлетворяться за счет ядерной энергетики. К этому времени электростанции, сооружение которых уже начато, полностью заменят станции, сжигающие обычное топливо и работающие в режиме базовой нагрузки.

К 1990 г. мы будем обладать, и это является особенно важным моментом, мощностью по перера-

ботке облученного топлива, равной 1600 т в год. Эта мощность позволит удовлетворить нужды Франции, а также нужды многих других стран, начавших развертывание ядерных энергетических программ и желающих извлечения максимальной отдачи для своих станций от соответствующего топливного цикла.

Для достижения совершенства полного топливного цикла нельзя позволить себе пренебречь конечным звеном цикла, а именно обращением с отходами.

Ядерная промышленность, подобно всем другим видам человеческой деятельности, приводит к появлению отходов. Только как пример отмечу, что во Франции ежегодно образуется 5 т отходов на душу населения, из которых только 1 кг составляют радиоактивные отходы. Эти цифры свидетельствуют о том, что радиоактивные отходы, хотя и являются несомненно серьезным вопросом, но и не представляют собой неразрешимой проблемы.

Область обращения с отходами стала интенсивно изучаться, и в ней были достигнуты заметные результаты только после отработки других этапов топливного цикла. Результаты, имеющиеся в настоящее время, позволяют нам тем не менее решать проблемы отходов с той же уверенностью, что и проблемы производства ядерной электроэнергии.

Теперь немного о том, как правительство Франции намерено относиться к обращению с отходами. Его политика может быть охарактеризована четырьмя основными принципами: 1) комплексный подход к системе атомной электростанции в целом, включая ее технические аспекты; 2) конструкции, учитывающие требования длительного обращения с отходами; 3) тщательно определенные критерии безопасности и охраны, которые утверждаются высшими научными органами страны; 4) максимально возможное привлечение всех заинтересованных слоев населения.

Первый принцип позволяет нам осуществлять комплексный подход к системе производства энергии. Именно такой подход привел французских инженеров к одобрению варианта с переработкой. Если мы рассмотрим изменение цен на энергию, мы будем вынуждены исключить возможность использования ресурсов всего лишь в объеме 1 или 2% энергетического потенциала. Это то, что мы не можем себе позволить в настоящее время, а наши потомки, которые завтра будут страдать от отходов, которые мы допускаем сегодня, тем более не смогут позволить себе этого. При таких обстоятельствах не следует пренебрегать любым решением, которое позволило бы нам лучше использовать такие редкие ресурсы, как уран. Таким образом, переработка топлива стала обязательным, существенным элементом любой энергетической программы, основанной на уране. Для этого было важно рассмотреть всю систему выработки энергии, включая стадию изготовления топлива, с точки зрения переработки.

Что касается отходов, то наша позиция такова: дальнейшее изучение процессов и учет с самых начальных этапов топливного цикла вопросов дли-

тельной обработки отходов, подготовки к хранению и обращения с ними.

Таким образом, производители, зная принятые всеми критерии, будут прилагать все усилия для проектирования своих установок таким образом, чтобы образующиеся на них отходы можно было преобразовать в такие формы, которые могут быть приняты органом, ответственным за длительное обращение с отходами. Этот орган на самой ранней стадии вовлекается в подготовку технических условий на отходы, которые будут образовываться.

Эта иерархия ответственности является единственным способом предоставить обращению с отходами надлежащее место во всем процессе производства энергии и обеспечить ситуацию, при которой меры, необходимые из-за выбора определенного варианта ядерной энергетики, учитываются по их действительной стоимости, а мы не будем должниками по отношению к будущим поколениям.

Что касается технической стороны дела, то, хотя окончательные решения еще являются предметом исследования, мы уже можем различить основные тенденции этих решений. Отходы можно разделить грубо на две категории: отходы, которые после соответствующей подготовки можно хранить на поверхности земли, и отходы, которые должны быть захоронены на большой глубине.

В Ла-Маншском Центре во Франции уже накоплен значительный опыт по хранению на поверхности.

С другой стороны, хранение в глубоких формациях должно быть сначала проверено на опыте. Такой опыт, получивший название „подземная лаборатория“, не будет связан с хранением реальных отходов, он планируется лишь для проверки правильности подхода. Этот опыт вскоре должен начаться во Франции, а другие страны Европейского сообщества при желании могут принять в нем участие.

Методы подготовки к хранению также являются предметом тщательных исследований. Французская промышленность уже продемонстрировала свою новую технологию при разработке процесса остекловывания отходов очень высокой активности. Обсуждаемая система в действительности уже принята рядом стран и вызывает большой интерес международного сообщества. Франция осуществляет также крупную программу исследований по подготовке к хранению низкоактивных отходов. Так, уже разработаны способы связывания подвижных отходов и методы уменьшения, предназначенных для хранения объемов.

Третьим основным вопросом, о котором я хочу поговорить, являются структурные взаимосвязи. Во Франции разработаны взаимосвязи, направленные на обеспечение наилучшей координации между исследователями и потребителями результатов исследований. Так, одной из функций Комиссариата по атомной энергии является проведение программы научных и технических исследований, которые будут гарантировать Франции получение новых технологий в области обращения с отходами. Национальное агентство по обращению с радиоактив-

ными отходами несет ответственность за практическое осуществление программы хранения отходов. В настоящее время задействован только Ла-Маншский Центр, но вскоре в ведение Агентства будут переданы два новых центра в соответствии с рекомендациями французского Верховного совета по ядерной безопасности от 19 апреля 1983 г.

Четвертый принцип нашей политики в области обращения с отходами особенно важен для меня, так как он является нововведением, которое я осмелюсь назвать историческим. Я имею в виду введение демократической процедуры выбора технологии обращения с отходами. Первым элементом этой демократизации является возрастание участия местных органов в процессе принятия решения. Франция провела радикальные изменения в процедурах консультаций на местном уровне, что значительно увеличивает возможности общественности высказать свое мнение.

Очень важно, чтобы местные заинтересованные группы общественности были вовлечены в процесс принятия решения, но одного этого не достаточно; они должны также получать часть выгод, получаемых нацией от установок, размещенных в местах их проживания.

Во-первых, создание центра откроет определенное число рабочих мест (200 во время регулярной эксплуатации и несколько больше во время строительства), что естественно, принесет пользу местному населению. Во-вторых, сооружение центра для хранения является очень крупным мероприятием, поэтому разумно ожидать, что признание общественностью центра принесет пользу в виде вновь вводимого оборудования и инфраструктур и что параллельно с сооружением площадки будет разворачиваться вспомогательная программа.

Наконец, в-третьих, эксплуатация центра для хранения отходов принесет финансовые выгоды для местного населения, согласившегося на строительство центра, и в настоящее время мы изучаем существующие в этой области возможности.

Другим требованием введения демократии при выборе технологии обращения с отходами должно быть наличие четко определенных критериев, известных общественности. В этой связи предстоящая публикация наших *Основных норм безопасности* для обращения с отходами, по моему мнению, знаменует очень важный этап во французском подходе к вопросу обращения с отходами.

Эти Нормы в будущем позволят оценивать выбор площадок для хранилищ на базе научно обоснованных критериев. В частности, определяются нормы для последовательных изолирующих систем, проектируемых для предотвращения любого проникновения радиоактивных веществ в биосферу.

Подход к определению приемлемости площадок хранилищ кажется мне весьма дальновидным: он заключается в выборе площадок, для которых соприкосновение с биосферой (особенно через водные потоки) может быть легко смоделировано, что позволяет оценить долгосрочные изменения на площадке, прогнозируя будущую человеческую деятельность, уже известную нам.

Нормы также устанавливают допустимые пределы для упаковок, хранящихся на поверхности земли: их активность не должна превышать в среднем 0,01 Ки/т после периода надзора к моменту, когда центр может быть разгружен.

Наконец, *Основные нормы безопасности* дают точное определение концепции разгрузки площадки: после периода надзора, который в любом случае не может превышать 300 лет, центр должен быть пригоден для нормальной традиционной человеческой деятельности без принятия каких-либо специальных мер предосторожности.

Эти Нормы устанавливают новые условия, более строгие по сравнению с ранее утвержденными, и представляют собой максимально возможную меру защиты как человека, так и окружающей среды.

В заключение, если можно было бы кратко сформулировать позицию Франции по вопросу ядерных отходов, я бы хотел повторить изречение, взятое двумя молодыми инженерами в качестве эпиграфа к своему отчету по обращению с радиоактивными отходами. Это изречение принадлежит Жану Кокто: „Пытаясь до конца решить проблему, не имеешь возможности отделаться от нее”. Итак, поскольку нас беспокоит обращение с отходами, мы намерены до конца решать проблему, не пытаемся отделаться от нее. Это та цель, которую мы себе поставили, и если моя страна открывает новое технологическое направление в области обращения с отходами, я счастлив и горд возможностью представить вам основное содержание этих достижений.

Г-н Манфред ПОПП
директор управления ядерной энергии,
Федеральное министерство исследований и технологий, ФРГ

Обращение с отходами продолжает оставаться центральным вопросом в использовании ядерной энергии в Федеративной Республике Германии.

С точки зрения политики, широко признано, что своевременный прогресс в развитии конечных этапов топливного цикла на всех стадиях хранения

и переработки отработавшего топлива, обращение с отходами, захоронения, а также возвращения в цикл является важным элементом обеспечения доверия к ядерно-энергетической политике. Соответственно законодательство и юрисдикция установили определенные условия, которые обязаны выполнять лица, эксплуатирующие реакторы.

Для конкретной станции лицензирующие власти предварительно за шесть лет требуют сведения об обращении с отработавшим топливом (хранение и/или переработка). Обычно, как предварительное условие для сооружения и эксплуатации атомной электростанции должен быть разработан определенный график исследований на площадке и сооружений установок для обращения с отходами.

С технической точки зрения, почти 20 лет всесторонних научно-исследовательских работ заложили основы для разработки концепции обращения с отходами.

С организационной точки зрения, законодательство в области атомной энергии проводит различие между ответственностью со стороны ядерной промышленности и ответственностью со стороны правительства. Промышленность несет ответственность за хранение отработавшего топлива, переработку и подготовку отходов к хранению. Для этого всеми 12 компаниями, эксплуатирующими атомные электростанции, было создано общество по переработке отработавшего топлива Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (DWK). Ответственность за окончательное захоронение радиоактивных отходов остается за правительственным органом — Управлением по физико-техническим вопросам (PTB), находящимся в Брунсвице. В соответствии с законом об атомной энергии PTB пользуется услугами эксплуатирующей организации Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern (DBE), созданной для решения этой задачи тремя государственными компаниями.

С финансовой точки зрения, за исключением таких научно-исследовательских проектов, как ASSE и PAMELA, расходы по созданию установок для обращения с отходами должны нести производители отходов. Эксплуатация принадлежащей компаниям организации DWK осуществляется за счет обычной доли в стоимости электроэнергии, выработанной на АЭС. Правительственные расходы по созданию установок для захоронения отходов возмещаются производителями отходов по специальному указу о предварительной оплате.

Основополагающими политическими моментами разработанной в 1979 г. концепции обращения с отходами являются следующие:

- скорейшее расширение вместимости хранилищ для отработавших топливных элементов на площадках реакторов, сооружение и эксплуатация хранилищ вне площадок реакторов
- выбор площадки для перерабатывающего предприятия до 1985 г., ввод в эксплуатацию до 2000 г.

- оценка пригодности соляной пещеры в Горлебене для захоронения всех типов радиоактивных отходов до 1990 г., ввод в эксплуатацию хранилища до 2000 г.

- оценка вопросов безопасности прямого захоронения отработавшего топлива до 1985 г.

В настоящее время разработка практических вопросов общей концепции обращения с отходами идет по плану, а в некоторых областях даже с опережением основополагающих моментов развития.

- *Компактные стеллажи* для хранения твэлов уже лицензируются для большинства эксплуатируемых реакторов и планируются для всех вновь сооружаемых реакторов.

- *Внестанционное хранилище (AFR)* в Горлебене вскоре вступит в эксплуатацию, его сооружение закончено. Топливо хранится в сухих транспортных контейнерах.

- Выбраны две вероятные площадки в Баварии и Нижней Саксонии для завода по переработке топлива производительностью 2 т в день. Отчет об анализе безопасности был передан лицензирующим органам и опубликован в сентябре текущего года. Получение первого лицензионного разрешения ожидается в конце следующего года, а эксплуатацию предполагается начать в 1992 г.

- Демонстрационный завод PAMELA в Моле для остекловывания высокоактивных отходов находится на стадии развернутого строительства.

- Шахта ASSE по-прежнему используется в качестве научно-исследовательского испытательного полигона, на котором испытываются и высокоактивные отходы.

- Бывшая железорудная шахта Конрад преобразуется в хранилище для низкоактивных отходов и отходов от снятия с эксплуатации ядерных установок, его эксплуатацию предполагается начать в 1988 г.

- Ведутся работы по оценке соляной пещеры в Горлебене. Сооружение двух шахтных стволов начинается в текущем месяце. Получение результатов разведки ожидается в районе 1990 г.

- Оценка методов прямого захоронения осуществляется по графику. Сооружены экспериментальные контейнеры для захоронения. В следующем году будут выполнены сравнительные оценки аспектов безопасности.

Обращение с отходами в Федеративной Республике Германии вышло за рамки проектных работ. Во всех областях, в планировании, лицензировании и сооружении работы ведутся в соответствии с напряженным графиком. Мы уверены, что все элементы этой концепции станут полностью рабочими до рубежа веков.

Г-н Раджа РАМАННА
председатель
Комиссии по атомной энергии Индии,
секретарь правительства Индии

Еще на раннем этапе разработки ядерной программы Индии было принято, что безопасное обращение с радиоактивными отходами является жизненно важным для успешного осуществления этой программы. Более чем за десять лет до ввода в эксплуатацию энергетических реакторов основной упор был сделан на исследования, связанные с воздействием радиоактивности на окружающую среду. Основными принципами при обращении со всеми радиоактивными отходами были приняты концентрация и удержание максимально возможного количества активности и выброс в окружающую среду только таких потоков, концентрация активности в которых по национальным и международным нормам на много ниже допустимых уровней.

В соответствии с проводимой политикой за обращение с радиоактивными отходами несет ответственность специальный орган, отвечающий перед органами здравоохранения и безопасности за выполнение их требований, и не подчиняющийся организациям, эксплуатирующим установки. Это привело к развертыванию широкой научно-исследовательской программы, направленной на обеспечение местными технологическими возможностями безопасности и надежности.

На протяжении многих лет подход к вопросам выброса радиоактивных отходов в окружающую среду постоянно рассматривается. Результатом этого явилось принятие все более и более строгих мер для уменьшения выброса радиоактивности в окружающую среду. Такие меры были обусловлены не какими-либо вредными воздействиями, замеченными в нашей окружающей среде, а в соответствии с нашим мнением, что конечная цель обращения с радиоактивными отходами должна быть глубже простого выполнения существующих правил.

В связи с тем, что страна занимает огромную территорию, где окружающая среда непостоянна в своих свойствах, потребовалось провести оценку специфических характеристик каждой площадки и принять нормы как относительно выброса радиоактивности в окружающую среду, так и относительно изолирования отходов, которые нельзя сбрасывать. Если пределы сбросов сред для площадок на побережье, таких как Тарапур и Калпаккам, учитывают значительные возможности разбавления, имеющиеся в окружающей среде, то для площадок, удаленных от побережья, таких как Раджастан и Нарора, пределы по необходимости более ограниченные.

В основном, программа Индии предусматривает два определенных вида окончательного захоронения радиоактивных отходов: длительное хранение в околоповерхностных слоях земли в инженерных сооружениях отходов низкой и средней актив-

ности, и глубокое геологическое захоронение высокоактивных и альфа-активных отходов. Хотя в качестве других возможных вариантов изучаются такие, как сброс в море низкоактивных отходов и помещение на среднюю глубину среднеактивных отходов, в настоящее время наша стратегия не учитывает эти способы захоронения.

Экономически целесообразно сооружение завода по переработке топлива большой производительности, расположенного в центральном районе, с необходимыми возможностями в области обращения с радиоактивными отходами. Но в такой плотно заселенной развивающейся стране, как Индия, приходится считаться с транспортными ограничениями в виде недостаточности сети транспортных магистралей соответствующего качества и с другими требованиями к инфраструктуре. В результате на данном этапе национального развития и определения приоритетов мы сочли более целесообразным сооружать меньшие по размеру заводы в различных местах, несмотря на отрицательные последствия экономического характера и возросшие обязательства по надзору. По этим же причинам необходимо также на каждой площадке предприятия по переработке топлива создавать установки по остекловыванию высокоактивных отходов и промежуточные хранилища для отвержденных отходов с инженерными сооружениями. В настоящее время централизованной планируется только площадка для окончательного захоронения высокоактивных отходов.

Следовательно, наша политика в общих чертах может быть определена следующим образом:

- любое сбрасывание жидких или газообразных радиоактивных отходов в окружающую среду должно быть настолько низким, насколько это разумно и достижимо с учетом социальных и экономических факторов
- твердые отходы низкой и средней активности и отвержденные отходы, полученные из концентратов отходов или жидких отходов, образующихся при эксплуатации реакторов и в исследовательских лабораториях, должны помещаться в неглубокие хранилища, специально сооруженные для этих целей
- высокоактивные и альфа-активные жидкие отходы предприятий по переработке топлива, первоначально хранящиеся в баках, будут остекловываться, а отвержденные продукты должны храниться на площадке в приповерхностных специально сооруженных хранилищах с соответствующим охлаждением и под надзором как минимум в течение 20 лет
- захоронение высокоактивных остеклованных и охлажденных отходов и альфа-активных отходов

будет осуществляться в глубоких геологических формациях, специально выбранных для этих целей.

Вопрос обращения с радиоактивными отходами не вызывает в настоящее время какой-либо озабоченности в Индии. Хотя в настоящее время наши ядерные энергетические мощности скромны, учитывая планы ядерно-энергетической про-

граммы к концу века, необходимо, чтобы цели нашей политики определялись с учетом длительной перспективы. Мы имеем хороший опыт обращения с отходами низкой и средней активности и ожидаем, что наша современная схема обращения с высокоактивными отходами, которая станет действовать в ближайшем будущем, будет также шагом вперед в достижении наших целей.

Г-н Канаме ИКЕДА
старший сотрудник
по планированию политики в области
ядерной энергии в Бюро
по атомной энергии Агентства
по науке и технике Японии

В 1982 финансовом году 24 ядерных энергетических блока (электрической мощностью 17 ГВт) выработали 20% всей электроэнергии в Японии, составляя в то же время 12,3% общей энерговырабатывающей мощности. В прошлом году ядерная энергетика достигла среднего коэффициента использования мощности 67,6%, который близок к теоретическому максимуму, и рассматривается как наиболее надежный источник энергии.

И этот факт заставляет общественность, в частности, уделять больше внимания вопросам обращения с отходами, чем безопасности станций в целом. В соответствии с программой развития в ядерной области 20 блоков (электрической мощностью 19 ГВт) находятся либо в стадии сооружения, либо планирования. Поэтому по мере увеличения в Японии мощности атомных станций созданию системы обращения с отходами уделяют все возрастающее внимание в качестве составной части программы развития ядерной энергетике.

Политика в области обращения с радиоактивными отходами в Японии отражена в Долгосрочной программе развития и использования ядерной энергии, пересмотренной в июне 1982 г. и одобренной Комиссией по атомной энергии — высшим органом определения ядерной политики.

Отходы низкой активности — Среди отходов низкой активности, образующихся в значительных количествах при повседневной эксплуатации или ремонтных работах на различных ядерных установках, таких как электростанции, заводы по изготовлению ядерного топлива и т. д., газообразные среды и часть жидких отходов, выбрасываемых в окружающую среду, в соответствии с действующими правилами и принципом поддержания выбросов в

окружающую среду на разумно достижимом низком уровне, до сих пор не представляли значительной проблемы. Образование других жидких и твердых отходов должно сокращаться на стадии их возникновения, их объем должен уменьшаться, они должны переводиться в твердые формы путем более широкого использования таких методов обработки, как сжигание, прессование, смешивание с цементом и окончательное их захоронение либо в море, либо на суше, в зависимости от их характеристик.

Частный сектор, дающий такие отходы, должен сам осуществлять их обработку, а также нести основную ответственность за их захоронение после завершения стадии экспериментальной проверки технических методов захоронения и т. д.

Вследствие малой территории и большой плотности населения Япония, крайне нуждающаяся в захоронении в море, уже ратифицировала Лондонскую конвенцию о сбросах в 1980 г. и являлась участницей в 1981 г. соглашения о многосторонних консультациях и механизме надзора за сбросами в море радиоактивных отходов в рамках ОЭСР/АЯЭ с намерением осуществлять захоронение отходов низкой активности в рамках той же международной структуры, которой придерживаются некоторые европейские страны.

Программа морского захоронения в Японии состоит в выполнении экспериментального морского захоронения ограниченных количеств радиоактивных веществ в предполагаемом районе Тихого океана перед полномасштабными операциями. Правительство провело всестороннюю оценку безопасности окружающей среды с учетом программы морского захоронения. Кроме этого, за период с 1977 г. для дальнейшего подтверждения безопасности морского захоронения проведены вторая

идеи по внестанционному хранилищу, имея в виду пробудить интерес общественности и местных органов власти, необходимый для выбора площадки.

Снятие реакторов с эксплуатации – Обращение с радиоактивными отходами глубоко взаимосвязано со снятием с эксплуатации ядерных установок. Хотя Япония имеет более десяти лет до того момента, когда старейшую атомную электростанцию придется снимать с эксплуатации и очищать для возможности вторичной эксплуатации, уже в течение 3-х лет в Япсском институте по исследованиям в области атомной энергии разрабатывается научно-исследовательский проект по демонстрации метода, безопасного и эффективного в смысле контролирования радиационного облучения и образования радиоактивных отходов, с использованием реактора JPDR, маломасштабного прототипа станции с реактором BWR.

В этой связи для Японии представляет интерес скорейшая разработка „минимальной” концепции и системы контроля для отходов очень низкой радиоактивности.

Высокоактивные отходы — С начала развития ядерной энергетики основным направлением в политике Японии является ориентация на переработку, с тем чтобы извлекать и возвращать в производство уран и плутоний, содержащиеся в отработавшем топливе. Радиоактивные отходы высокой активности, образующиеся при переработке, в настоящее время хранятся в виде растворов в баках на перерабатывающем предприятии. Эти отходы должны быть остеклованы и подлежат хранению для снижения тепловыделения в течение определенного периода (30—50 лет) в инженерных сооружениях, для чего от правительства требуется демонстрация соответствующих методов. Затем высокоактивные отходы будут окончательно захоронены в хранилищах в геологических формациях под должным контролем со стороны правительства.

Предполагается, что опытный завод по остекловыванию вступит в строй около 1990 г., проведены широкие научно-исследовательские работы по определению физических характеристик возможных геологических структур, и на 1984 г. планируется всестороннее рассмотрение результатов этих работ, после чего начнется следующая фаза исследований потенциальных площадок.

◆◆◆◆◆

Был принят ряд временных законодательных мер для решения наиболее важных вопросов, касающихся проведения политики в связи с завершением

сооружения и загрузкой топливом новых атомных электростанций. В соответствии с Ограничительным актом 1977 г. разрешение на первую загрузку ядерного энергетического реактора может быть выдано только при условии, что владелец реактора продемонстрировал наличие удовлетворительных устройств для полностью безопасного захоронения отработавшего топлива. Ограничительный акт распространяется только на реакторы, не загруженные до октября 1976 г. и фактически является дополнением к Шведскому акту об атомной энергии 1956 г. Закон, касающийся финансирования будущих расходов по отработавшему ядерному топливу и снятию с эксплуатации реакторов, Акт о финансировании, единогласно был принят парламентом в 1981 г.

В 1979 г. была создана специальная комиссия из представителей всех политических партий, представленных в парламенте, для разработки нового и всеобъемлющего законодательства. На основе отчета этой комиссии правительство Швеции в прошлом месяце внесло предложение о принятии нового закона, который должен вступить в действие с 1 февраля 1984 г. Этот закон был подготовлен при обширных консультациях с другими политическими партиями, и есть надежда, что новое предложение получит широкую поддержку в парламенте. Новый закон, в частности, регулирует политику в области обращения с отходами и охватывает вопросы сооружения, эксплуатации и окончательного снятия с эксплуатации всех реакторов и всех ядерных установок, предусматриваемых существующей программой. Он заменит Акт об атомной энергии, Ограничительный акт и частично Акт о финансировании и разрешит ряд вопросов, которые раньше не были полностью охвачены.

На рассмотрение парламента выносятся основные положения ядерной политики правительства Швеции, в частности, отношение к высокоактивным отходам, образующимся от отработавшего реакторного топлива.

Основные принципы нового закона состоят в том, что каждый получивший разрешение на эксплуатацию ядерного реактора или на осуществление любой другой ядерной деятельности, несет непосредственную ответственность за поддержание безопасности. Это означает, что недостаточно выполнять различные условия, предписанные регулируемыми органами, владелец ядерной установки сам должен обеспечить, чтобы безопасность поддерживалась на практически возможном уровне.

Значение этого вопроса, когда он касается обращения с отходами, состоит в том, что владелец ядерного реактора обязан не только осуществлять текущую деятельность в области обращения с отходами, но также обеспечивать выполнение всеобъемлющей научно-исследовательской программы с тем, чтобы на всех этапах обращения с радиоактивными отходами и их хранения использовались самые совершенные методы. Новый закон не предписывает какой-либо конкретный метод окончательного захоронения отходов. Причина этого заключается в том, что правительство Швеции в настоящий момент не готово решить, какой метод должен быть пред-

почтен. Многие могут быть сказано в поддержку непосредственного захоронения отработавшего ядерного топлива по сравнению с переработкой, в частности, для предотвращения развития деятельности, которая могла бы способствовать распространению ядерного оружия. Но существующие сегодня методы как в отношении переработки, так и непосредственного захоронения отработавшего топлива, все еще находятся в стадии активной технической разработки. Только за последние несколько лет основные усилия в области научно-исследовательских работ были посвящены методам обработки высокоактивных отходов и их окончательного захоронения. Весьма вероятно, что примерно через 20 лет мы будем располагать более совершенными и безопасными методами.

Поэтому правительство считает неразумным выносить преждевременные заключения по этому вопросу и предпочитает занять выжидательную позицию до тех пор, пока не будет принято решение. В связи с этим основная цель нового закона состоит в содействии проведению научно-исследовательских работ в области обращения с отходами.

Большое внимание в новом законе уделено обязательствам по обеспечению полной информации по всем аспектам безопасности. Уже созданы на всех площадках реакторов местные комитеты по безопасности. Такие комитеты будут также образовываться во всех организациях, в которых будут строиться установки для хранения, обработки и окончательного захоронения отходов. Политика правительства заключается в поддержании полной ясности во всех вопросах ядерной безопасности.

Основной принцип финансирования обращения с отходами и снятия с эксплуатации заключается в том, что расходы должны нести те, кто получает выгоду от деятельности, приводящей к образованию отходов. Соответственно, капиталы, необходимые для деятельности по обращению с отходами, должны накапливаться в течение срока эксплуатации установок для будущих потребностей.

Как упоминалось ранее, владелец ядерного реактора в настоящее время уже несет ответственность за финансирование всех мероприятий по обращению с отходами во время эксплуатации реактора и за снятие с эксплуатации всех ядерных установок ядерной энергетической программы. Взносы за каждый выработанный на АЭС кВт·ч энергии хранятся под проценты на счету в Шведском национальном банке. Сумма взносов определяется каждый календарный год на основе плана, переданного владельцем реактора. С учетом предыдущей деятельности и характеристик реакторов могут быть установлены различные суммы взносов, однако, сумма всех взносов, выплаченных за время существования реактора, должна покрыть расходы на обращение с отходами. Накопленный капитал используется для возмещения владельцу реактора расходов, вызванных обращением с отходами, и может быть использован для предоставления владельцу реактора займов под обычные гарантии.

Опираясь на разработанные планы, компании впервые представили подробные расчеты расходов

на весь конечный этап ядерного топливного цикла Швеции в 1982 г. Полная стоимость оценивается примерно в сумму 40 млрд. шведских крон (эквивалентно 5 млрд. долларов США) в ценах 1983 г. Эта цифра включает суммы, которые уже израсходованы на всех видах отходов, включая отходы от исследовательских реакторов и от внешнего сектора ядерной энергетики. Однако, следует подчеркнуть, что в этих расчетах не учитывалось будущее совершенствование технологии.

На основе представленных планов сумма взносов была установлена на уровне 1,7 эре или около 2,2 милл за кВт·ч электроэнергии на 1982 и 1983 гг.

Последние несколько лет в центре полемики были высокоактивные отходы. Однако отходы низкой и средней активности требуют повышенного внимания. Следует заметить, что расходы на обращение с такими отходами атомных электростанций рассматриваются как эксплуатационные расходы и, соответственно, не охватываются Актом о финансировании. Ответственность за эту категорию отходов возлагается не только на ядерно-энергетическую индустрию, но также и на неядерную деятельность. Компании будут финансировать обращение с отходами, образующимися в результате научно-исследовательских работ, проводимых для Шведской ядерно-энергетической программы. Правительство будет оплачивать расходы по обращению с отходами, образующимися от других источников помимо ядерных энергетических установок, главным образом при медицинском, научно-исследовательском и промышленном применении изотопов.

Организация проведения такой политики обращения с отходами основывается на выше упомянутых принципах. Ядерные компании обязаны принимать необходимые меры для обеспечения безопасного обращения с отходами и их захоронения. Правительство рекомендовало делать это централизованно в рамках одной организации.

В 1972 г. для оказания общих услуг в рамках ядерного топливного цикла ядерными компаниями была создана Шведская компания по поставкам ядерного топлива (SKBF). Компании возложили на SKBF задачу координации, планирования и выполнение от их имени требующихся исследований и мероприятий. Доли участия в этой компании разделены пропорционально разрешенным владельцам ядерно-энергетическим мощностям.

В Швеции существуют два органа надзора за безопасностью в области ядерной энергетики: Шведский ядерно-энергетический инспекторат (SKI) и Национальный институт защиты (SSI). Они отвечают за лицензирование и контроль соответственно с Актом об атомной энергии (и новым законом) и Актом о радиационной защите. Они играют важную роль в области обращения с отходами и снятия с эксплуатации, так как они должны изучать и освещать вопросы ядерной безопасности и радиационной защиты предполагаемых установок и процессов. Они устанавливают условия, которые должны выполняться ядерными компа-

ниями при строительстве и эксплуатации установок, контролируют соответствие условий и, при необходимости, выдвигают новые или дополнительные условия.

В 1981 г. был создан новый орган, Национальный совет по отработавшему ядерному топливу (NAK), для решения новых задач в соответствии с Актом о финансировании. Совет несет ответственность только за отработавшее ядерное топливо и связанные с ним радиоактивные отходы и за снятие с эксплуатации. Совет не берет на себя регулирующие функции Ядерно-энергетического инспектората и Национального института радиационной защиты. Вопрос об ответственности, в соответствии с новым законом после его принятия, за рассмотрение и утверждение научно-исследовательских планов еще изучается.

Органы контроля безопасности также могут проводить научно-исследовательские работы для совершенствования собственного научно-технического уровня. Все расходы регулирующих органов в ядерной области оплачиваются компаниями посредством специальных взносов.

Проведенный референдум по ядерной энергии стал основой последующих решений парламента по ядерному планированию и осуществлению планов.

Полная выработка энергии 12 реакторами общей установленной мощностью 9500 МВт оценивается к 2010 г. в объеме 1500 ТВт·ч. Результаты последствий такой выработки оцениваются примерно в 7000 т отработавшего топлива (в пересчете на урановое топливо), 100000 м³ реакторных отходов от эксплуатации АЭС и 150000 м³ отходов от снятия с эксплуатации.

В июне 1982 г. SKBF представила свой первый план по обращению с радиоактивными отходами на рассмотрение Совета по отработавшему ядерному топливу. План состоит из общей вступительной части, программы всесторонних научно-исследовательских работ и подробного описания установок, включая расчеты расходов, упоминавшихся ранее.

В соответствии с существующим графиком площади для захоронения высокоактивных отходов должна быть выбрана к концу этого века. Строительные работы по этим установкам и установкам для упаковки должны начаться примерно в 2010 г. и завершиться примерно в 2020 г. Проекты хранилищ и установок приведены с некоторыми подробностями и дают представление о строительных работах, персонале и капиталовложениях. Это необходимо для более точных расчетов затрат, но необходимо подчеркнуть, что, несомненно, до начала строительных работ произойдет много изменений в проекте.

План основывается на концепции многобарьерного хранилища на глубине 500 м в кристаллической породе. Захоронению будет предшествовать период промежуточного хранения в течение примерно 40 лет для ограничения теплового потока в хранилищах. Техническая концепция, основанная на переработке, была одобрена на условиях Ограничительного акта, а контракты о переработке

* 1 милл = 10^{-3} долл. США = 0,1 цента

были заключены примерно на 10% общего количества топлива, предполагаемого планом.

Однако, в мае этого года были опубликованы и отправлены на рассмотрение большому числу экспертных организаций в Швеции и за рубежом, включая МАГАТЭ, новые анализы и описание другой концепции, основанной на системе захоронения частично переработанного отработавшего топлива. Это создает основу для заявки на разрешение загрузки последних двух реакторов шведской ядерной программы с 12 реакторами.

Очевидно, что было бы значительно дешевле и более экономично, если бы отработавшее ядерное топливо можно было бы обрабатывать, исходя из единственной концепции.

Подробное описание предполагаемой системы обращения с радиоактивными отходами было приведено на конференции в Сизтле. Работа в 80-е годы сосредотачивается на сооружении установок для обеспечения бесперебойной выработки электроэнергии ядерными реакторами, а также разработку систем для захоронения ядерных отходов. Централизованное промежуточное хранилище для отработавшего топлива (CLAB) сооружается в настоящее время в скальной выработке в Оскархам и его эксплуатацию планируется начать в начале 1985 г. Централизованное хранилище для окончательного захоронения отходов низкой и средней активности (SFR) от эксплуатации реакторов сооружается в Форсмарке. Оно будет размещаться под землей, ввод его в эксплуатацию планируется на 1988 г.

Отходы низкой и средней активности от научно-исследовательских работ по ядерной энергетике, образующиеся главным образом при работах, проводимых в Студвике, будут здесь же обрабатываться и выдерживаться во временном хранилище перед отправкой в хранилище SFR в Форсмарке, также будут поступать и с отходами, образующимися от других источников, помимо ядерно-энергетических установок.

Как все атомные электростанции, так и CLAB и SFR расположены вблизи моря, в начале этого года была введена в эксплуатацию система транспор-

тирования по морю, состоящая из специально сконструированного для транспортирования ядерных отходов судна и специальных транспортных средств.

Подобно многим другим странам, Швеция озабочена существующей практикой сбрасывания в море радиоактивных веществ. Пять северных стран придерживаются твердого мнения, что следует избегать захоронения в море радиоактивных отходов любого типа, и следует использовать методы захоронения на суше, где отходы могут быть изолированы от экосистем и легче осуществлять за ними надзор.

Научно-исследовательская программа охватывает широкий круг вопросов, исследования по которым проводятся в Швеции и за рубежом. Она включает широкую геологическую программу с интенсивными исследованиями, включающими буровые работы на 10–20 площадках в течение этого десятилетия. Международный проект Stripa также связан с этой программой. В этом году будет израсходовано около 85 млн. шведских крон на научно-исследовательские работы в области обращения с радиоактивными отходами. Новый закон предусматривает рассмотрение в рамках этой программы альтернативных решений, которая должна продолжаться, по крайней мере, в течение 6 лет и будет пересматриваться властями каждые три года.

В заключение можно сказать, что правительство имеет в своем распоряжении все регулирующие и организационные средства для практического осуществления поставленных задач, будь то сооружение и эксплуатация установок или научно-исследовательские работы, на современном уровне и в соответствии со всеобъемлющим планом. Новый закон, обсуждаемый в настоящее время парламентом, будет повышать безопасность путем более четкого разделения ответственности. Это также даст возможность Швеции для более полного выполнения ею международных обязательств, особенно когда это касается нераспространения. Ожидается, что новый законопроект получит полное одобрение, и таким образом будет создана основа для проведения стабильной долгосрочной политики в области обращения с ядерными отходами.

Г-н Франк С. ФИТС
Министерство окружающей среды,
Лондон, Великобритания

Правительство Великобритании удовлетворено тем, что обращение со всеми радиоактивными отходами, образование которых в настоящее время предвидится в стране, а также их захоронение можно осуществлять приемлемым образом, несмотря на то, что требующиеся методы, возможно, будут

нуждаться в дальнейшем совершенствовании и разработке. Необходимая работа проводится.

Мы определили количество отходов и подготовили долгосрочную стратегию обращения со всеми выявленными отходами, включая отходы, которые находятся в настоящее время на хранении. Мы опре-

деляем наиболее подходящий метод обращения для каждого типа отходов и затем обеспечиваем выполнение выбранного метода в соответствии с согласованной программой, и таким образом, который соответствует целям радиологической защиты. Там, где в настоящее время нет способов захоронения, нашей задачей является обеспечение безопасного хранения таких отходов с обработкой, если необходимо, но учитывая пригодность обработанных отходов для возможного захоронения.

Наша исследовательская программа включает работы, предназначенные для выработки вариантов обращения, а также работы, которые помогут сформулировать критерии оценки этих вариантов. Инженерные исследования систем позволяют учесть взаимодействие между различными подходами к обращению и оценить затраты, финансовые и радиологические, на альтернативные системы обращения с отходами.

Организация обращения с радиоактивными отходами в Великобритании состоит из трех элементов: правительство, ядерная промышленность, включая электроэнергетические компании, и частный сектор. На правительственном уровне регулирующие органы путем осуществления общего надзора и использования своих законодательных функций обеспечивают поддержание высоких стандартов, по обращению с отходами, уменьшение потенциальных опасностей до уровней, которые не только допустимы, но и низки в разумно достижимой степени, полную гарантию безопасности как нынешних, так и будущих поколений.

Хотя правительство несет ответственность за полную стратегию обращения с отходами, осуществление стратегии возлагается на ядерную промышленность и производителей отходов, действующих, когда это необходимо, через Исполнительный комитет по обращению с радиоактивными отходами ядерной промышленности. Комитет был образован в 1982 г. с целью обеспечения механизма, с помощью которого ядерная промышленность могла бы выполнять свои обязанности в рамках единого национального плана обращения с отходами. Регулирующие органы требуют от производителей отходов разработки подробных планов обращения с различными типами отходов с учетом направленности и предполагаемых сроков осуществления национальной стратегии. После одобрения этих планов Министрство окружающей среды получит конкретные предложения от промышленности относительно новых установок. Ядерная промышленность и производящие организации сохраняют за собой существующие станции и установки, но создание Комитета позволяет участвующим организациям придти к единой точке зрения и предпринять совместные действия для одобрения решений, приемлемых для всех организаций. Все расходы будут нести производители отходов посредством вкладов в Комитет.

После консультаций с общественностью правительство дает Комитету подробные инструкции относительно принципов, которые будут определять оценку их планов и предложений.

В настоящее время в Великобритании существует большое разнообразие методов захоронения радиоактивных отходов. Каждое захоронение требует отдельного разрешения в индивидуальном порядке в соответствии с нашим Актом 1960 г. о радиоактивных веществах. Для отходов очень низкой активности используются такие обычные методы удаления отходов, как сброс в канализацию и удаление на местные государственные свалки. Для низкоактивных отходов, не подходящих для таких методов, существуют наземные неглубокие могильники в Дригг, Камбрия и в Даунри, Шотландия. Комитет в настоящее время занимается поиском площадки для замены Дригга. Кроме этого, некоторые малоактивные отходы сбрасываются и захороняются в Атлантическом океане в соответствии с Лондонской конвенцией о сбросах и консультационным и надзорным механизмом АЯЭ.

В настоящее время существует недостаток подходящих устройств для захоронения отходов средней активности, и важно исправить это как можно скорее. Типы отходов, которые могут приниматься какой-либо конкретной установкой, будут зависеть от конечного проекта, и поэтому невозможно сказать в настоящее время, какие устройства потребуются. Комитет изучает возможные площадки для исследований с целью ввести в эксплуатацию к концу десятилетия установки, которые могли бы принять большую долю отходов средней активности.

Тепловыделяющие отходы представляют собой высокоактивные жидкие остатки, образующиеся на первой стадии переработки отработавшего ядерного топлива, или само топливо, если его предполагается рассматривать как отходы. Жидкие остатки безопасно хранятся в охлаждаемых баках из нержавеющей стали в Селлафилде до 25 лет. В Селлафилде успешно проводятся работы по сооружению завода для остекловывания, который будет превращать жидкие отходы в стекло. После этого блоки будут храниться на поверхности по крайней мере 50 лет для спада тепловыделения, что упростит конечное захоронение.

Варианты для захоронения тепловыделяющих отходов уже ясны: захоронение глубоко под землей или затопление в глубоком месте океана. Были проведены широкие исследования в области глубокого подземного захоронения, и мы считаем, что его осуществимость в принципе установлена. Продолжаются исследования по захоронению на дне или под дном океана для получения сведений об этих вариантах к 1987 г. Однако мы еще располагаем достаточным временем до того момента, когда мы будем вынуждены принимать решение о разработке устройств для захоронения тепловыделяющих отходов.

Наиболее значительный сброс радиоактивных жидких сред в Великобритании осуществляется по трубопроводу в море в результате деятельности по переработке в Селлафилде. Значительно меньшее количество радиоактивности сбрасывается в море с других ядерных площадок. Все сбросы были и остаются в разрешенных пределах, и во всех случаях

результатирующее облучение значительно ниже рекомендаций МКРЗ, но принимаются меры к его дальнейшему снижению. Выбросы в атмосферу имеют относительно меньшее значение при нормальных эксплуатационных условиях. Выводы недавнего отчета АЯЭ и наши собственные исследования проблемы не отмечают какой-либо необходимости для дальнейшего национального и международного контроля в целях ограничения накопления в атмосфере долгоживущих радионуклидов, однако вопрос будет держаться под контролем.

Радиоактивные отходы вызывают большую озабоченность общественности. Общественность иногда считает эти отходы опасным и неподатливым материалом, который создает почти непреодолимые проблемы в области обращения. Эта точка зрения, по тщательно взвешенной оценке правительства, является преувеличенной. Детальное изучение этого вопроса показывает, что, хотя проблемы и опасности действительно существуют, эти проблемы решаются, а опасности могут быть устранены путем систематического применения известной технологии и использования здравого смысла. Принимаемая на вооружение политика для достижения этих целей, однако, не будет успешной до тех пор, пока не будет существовать поддержка общественности, основанная на полной и точной оценке ситуации.

Правительство Великобритании предлагает принять соответствующие меры для создания необходимой основы для поддержки со стороны общественности. Оно будет постоянно информировать общественность о количествах отходов, хранимых на гражданских ядерных площадках. Оно будет продолжать публикацию данных о контроле, исследованиях и выбросах в окружающую среду. Оно будет охотно предоставлять информацию о своей политике и о стоящих за ней доводах. Оно будет обеспечивать гласность своей стратегии.

Более 30 лет Великобритания развивает ядерную энергетику в мирных целях и все это время мы имели отличные результаты в обеспечении безопасного обращения с отходами, образующимися от ее применения. Правительство убеждено, что мы сможем и в будущем продолжать обрабатывать эти отходы безопасно и успешно, и что все проблемы обращения с радиоактивными отходами будут решены нами должным образом и по мере необходимости. Нужны только эффективные действия для разработки этих решений и их своевременного внедрения в практику такими путями, которые будут приемлемы для всех.

Г-н Роберт МОРГАН
исполняющий обязанности директора
Управления по обращению
с гражданскими радиоактивными отходами,
Министерство энергетики США

Обращение с радиоактивными отходами является важным и своевременным для всех нас делом на индивидуальном, национальном и международном уровнях. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) провело первую международную конференцию по этому вопросу в США в мае этого года. К сожалению, я не смог лично принять д-ра Бликса и представителей Агентства на конференции. Однако я знаю, что конференция была успешная, и ее участники пришли к следующим выводам:

- 1) В большинстве стран, вовлеченных в ядерную деятельность, захоронение ядерных отходов осуществляется успешно.
- 2) Решения организационно-правовых, регламентационных, финансовых и социально-политических вопросов являются предварительным условием для успешного развертывания имеющейся технологии.
- 3) В основном ядерная энергия может быть безопасной для человечества и не вызывать при этом неразрешимых проблем захоронения отходов.

- 4) Для безопасного обращения с радиоактивными отходами не требуется какой-либо революции в технологии.

Всех участников этой первой конференции следовало бы поблагодарить за их вклад, а д-ра Бликса особенно за его персональное и плодотворное участие в обсуждении вопроса о ядерных отходах.

Я хочу подчеркнуть, что от нас всех зависит, чтобы МАГАТЭ было в состоянии с технической точки зрения решать такие важные проблемы, как обращение с ядерными отходами.

Возвращаясь теперь к вопросу о состоянии дел в области обращения с отходами в США, отмечу, что в нашей стране высокоактивные отходы производились почти четыре десятилетия. Эти отходы до окончательного захоронения хранились в больших баках для отходов переработки и в водяных бассейнах для отработавшего топлива.

В течение многих лет обсуждались различные концепции изолирования, а концепция изолирова-

ния ядерных отходов в шахтных хранилищах глубоко под землей была впервые выдвинута в 1957 г. комитетом Национальной академии наук. Он рекомендовал изучить солевые породы, обладающие благоприятными характеристиками, с точки зрения возможности использования их для подземного захоронения.

Мы потратили десятилетие на исследования по оценке солевых залежей в качестве площадки для хранилища. На основе этих исследований в 1970 г. мы начали ускоренную программу разработки хранилища в солевых залежах в Лионсе, штат Канзас. Однако, в то время мы были еще не готовы ни технически, ни политически к осуществлению проекта. В результате эта программа была заброшена, и была начата более широкая национальная программа изучения других видов пород с точки зрения использования их для захоронения отходов.

Исследования и изыскания в этих породах — соль, базальт, туф и кристаллические породы — продолжались несколько лет. Однако, так как ответственность за постоянное захоронение ядерных отходов оставалась за нашим Федеральным правительством со времени подписания в 1954 г. Акта об атомной энергии и до наших дней, в США существовали важные препятствия для успешного решения проблемы захоронения ядерных отходов. Такими препятствиями были изменения национальной политики, нежелание США размещать у себя хранилища и неопределенность в ежегодном финансировании деятельности по обращению с ядерными отходами.

Осознавая необходимость решения проблемы обращения с ядерными отходами, которая препятствовала дальнейшему использованию ядерной энергии, Конгресс США в конце прошлого года принял законодательство, призванное положить конец годам нерешительности.

Акт 1982 г. о политике в области ядерных отходов, ставший законом после его подписания президентом 7 января 1983 г., установил сроки и поэтапную процедуру, следуя которым, президент, конгресс, штаты, в которых есть индейские племена, Министерство энергетики США и другие федеральные органы должны работать вместе в вопросах выбора площадок, сооружения и эксплуатации геологических хранилищ для захоронения высокоактивных отходов, производимых гражданскими ядерными реакторами. Этот закон дал разрешение и, что более важно, набор правил для работ по выявлению и отбору площадок для хранилищ, а также для устройств промежуточного хранения, если оно необходимо.

Акт также установил механизм обеспечения достаточного финансирования программы, средства на осуществление которой должны выделять производители ядерной энергии. С 7 апреля 1983 г. мы начали облагать все компании США, обладающие ядерными реакторами, налогом на нужды захоронения в размере один милл (одна десятая цента) за киловатт-час электроэнергии, выработанной на гражданских ядерных энергетических реакторах. Мы надеемся, что годовой доход от этого налога,

который первоначально составит около 400 млн. долларов США в год, будет достаточен для покрытия всех предполагаемых расходов на захоронение отходов.

Министерство энергетики несет ответственность за обеспечение постоянного захоронения высокоактивных отходов, таких как отработавшее ядерное топливо или переработанное отработавшее ядерное топливо. Акт усилил эту ответственность и подтвердил национальные обязательства в отношении захоронения ядерных отходов и роль штатов и общественности в процессах, приводящих к необходимости постоянного захоронения.

Министерство энергетики должно выпустить руководства по выбору площадки. Эти руководства будут использоваться для рекомендаций площадок под хранилища в геологических формациях. К настоящему моменту мы закончили тщательный анализ этих руководств. После согласования с Комиссией ядерного регулирования мы планируем выпустить руководство в конце этого года.

В шести штатах выявлено девять возможных площадок для хранилищ — одна базальтовая площадка в штате Вашингтон, одна туфовая площадка в Неваде, по две площадки на солевых землях в штатах Ута и Техас и три площадки на соляном куполе: две в штате Миссисиппи и одна в штате Луизиана.

Акт о политике в области ядерных отходов требует, чтобы к январю 1985 г. Министерство энергетики рекомендовало президенту, по крайней мере, три площадки для детального изучения, которое включает сооружение исследовательских шахт и широкие исследования и сбор данных. Основываясь на результатах исследований, мы будем рекомендовать президенту одну из этих площадок для первого хранилища. Соответственно Акт о политике в области ядерных отходов предлагает президенту к марту 1987 г. рекомендовать конгрессу площадку для первого хранилища.

Губернатор штата, в котором располагается рекомендуемая площадка, может наложить вето, которое сохраняется, пока не будет отвергнуто двумя палатами конгресса США.

После одобрения площадки Министерство энергетики направит в Комиссию ядерного регулирования заявку на сооружение. Комиссия располагает временем от 3 до 4 лет для одобрения заявки, и, как только мы получим лицензию, начнется сооружение хранилища, которое в соответствии с Актом должно начать прием отходов к 1998 году.

Акт также предусматривает выбор площадки и лицензирование второго хранилища. Министерство энергетики должно рекомендовать президенту к июлю 1989 г. три площадки для детального изучения.

В настоящее время проводится подробное документальное исследование формаций кристаллических пород в 17 штатах для определения, есть ли в этих штатах потенциально приемлемые площадки для второго хранилища. Эти штаты расположены в центральной, северной, северо-восточной и юго-восточной частях Соединенных Штатов.

Параллельно с программой выбора площадки для хранилища мы изучаем необходимость и осуществимость сооружения контролируемых возвращаемых устройств для хранения. Они могли бы дать возможность быстрого осуществления варианта долгосрочного хранения, если бы строительство хранилища было задержано.

В Акте ясно заявлено, что компании несут ответственность за временное хранение своего отработавшего топлива. Однако, правительство США может предоставить Федеральное временное хранилище до 1900 метрических тонн, основываясь на потребностях и возможностях, определяемых Комиссией ядерного регулирования.

Как альтернативу геологическому захоронению в настоящее время мы изучаем захоронение под морским дном. Как многим из вас известно, мы являемся участниками международных исследований по определению осуществимости захоронения под морским дном.

Наша национальная программа по сооружению к концу 90-х годов геологического хранилища имеет международное значение. В соответствии с Актом о политике в области ядерных отходов мы выступили с предложением о сотрудничестве с государствами, не обладающими ядерным оружием, и об оказании им технической помощи в области хранения и захоронения отработавшего топлива. Кроме того, мы готовы начать обмен информацией и другие формы сотрудничества по вопросам захоронения высокоактивных отходов.

Мы готовы к сотрудничеству по вопросам обращения с ядерными отходами.

Безопасное постоянное захоронение ядерных отходов является предметом заботы всего мира. Международное сотрудничество необходимо для того, чтобы все страны, заинтересованные в захоронении радиоактивных отходов могли обмениваться

результатами разработок и демонстрацией технологии при планировании и выполнении своих программ.

Основываясь на нашем опыте в США, можно сделать вывод, что для успеха национальной программы обращения с отходами должны быть соблюдены следующие четыре условия: 1) четкая стабильная политика для проведения успешного обращения с радиоактивными отходами; 2) широко принятые нормы здравоохранения, безопасности и защиты окружающей среды; 3) наилучшая технология и научные данные, а также наиболее квалифицированный персонал для контроля соблюдения этих норм; 4) геологические и инженерные возможности для обеспечения безопасного и надежного захоронения высокоактивных ядерных отходов.

Если одно из этих четырех условий не будет выполнено, возникнут проблемы. Например, до принятия Акта о политике в области ядерных отходов первое условие — четкая стабильная политика — отсутствовало в США. Это создавало очевидную проблему. Однако при стабильной национальной программе и международном сотрудничестве, в конечном счете все страны, зависящие от ядерной энергетики, найдут ресурсы для успешного осуществления программы обращения с отходами.

Многие государства обладают технологиями, необходимыми для безопасной обработки ядерных отходов в настоящее время и в будущем. Во многих странах в настоящее время ядерная энергетика дает большую часть их полной выработки электроэнергии и жизнь без ядерной энергии была бы немыслимой. В условиях возрастающего значения производства ядерной энергии в мире необходимо иметь эффективные технологии удаления отходов. В результате постоянных исследований и опыта эксплуатации появятся новые варианты, особенно если будет существовать международное сотрудничество.