

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЯДЕРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Improving Nuclear Regulatory Effectiveness.- Ed. Nuclear Energy Agency Organisation for Economic Cooperation and Development (NEA OECD), Paris, 2001, p. 43

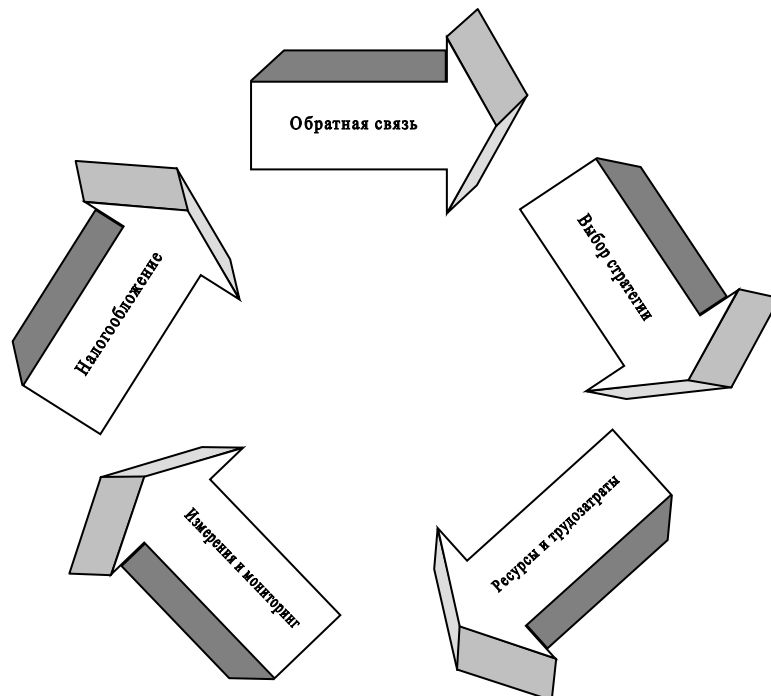
Комитетом Committee on Nuclear Regulatory Activities (CNRA), входящим в структуру Ядерного Энергетического Агентства (NEA), подготовлен доклад, посвященный выработке стратегии повышения эффективности государственного регулирования в ядерной энергетике. На основе доклада сформулирован ряд предложений по международному сотрудничеству в данной области для стран-членов Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (OECD).

Для определения понятия “эффективность регулирования” был использован документ МАГАТЭ PDRP-4 “Assessment of Regulatory Effectiveness”, 1999. Признано, что работа регулирующего органа может считаться эффективной, если:

- приемлемый уровень безопасности поддерживается регулированием деятельности эксплуатирующих организаций;
- разрабатываются и обеспечиваются на практике адекватные критерии компетентности персонала;
- предпринимаются соответствующие действия для предотвращения деградации безопасности и внедрения усовершенствований, влияющих на нее;
- регулирующие функции осуществляются своевременно и экономически эффективно, принимаемые меры вызывают доверие эксплуатирующих организаций, большинства населения и правительства;
- прилагаются непрерывные усилия к совершенствованию работы регулирующего органа.

Модель регулирующей деятельности

Некоторые страны имеют или разрабатывают в настоящее время различные модели эффективности регулирования. В странах-членах OECD осознано, что динамика организационных усилий должна быть напряженной, при этом очень важно непрерывно внедрять усовершенствования. Серьезную поддержку следует оказывать концепции “обучающей организации”. На рисунке представлены основные составляющие непрерывного совершенствования процесса регулирования.



Особое внимание должно уделяться системе обеспечения качества, как основе совершенствования эффективности регулирования. В документе МАГАТЭ PDRP-4 подчеркивается, что регулирующий орган эффективен только тогда, когда, кроме прочего, он стремится к непрерывному совершенствованию своей деятельности. Это необходимо, но недостаточно.

Европейская организация по управлению качеством European Foundation for Quality Management (EFQM) использует модель Business Excellence Model (BEM) в качестве шаблона в своей работе по непрерывному совершенствованию. BEM содержит пять категорий понятий: лидерство; политика и

стратегия; население; партнеры и ресурсы; процессы и четыре группы результатов: результаты для заказчика; результаты для населения; социальные результаты и ключевые функциональные результаты.

EFQM применяет две машинные программы для оценки качества - Pathfinder Card и RADAR Scoring Matrix. Первая представляет собой серию вопросов, разработанных для быстрого получения ответа, в то время, когда у оператора происходит восприятие ситуации и самооценка. Вторая - метод, используемый применительно к ступенчатой оценке качества по европейским стандартам. Метод также может использоваться для дискретной оценки технического уровня и в других целях.

Находит применение и серия международных стандартов ISO 9000, разработанных Международной организацией по стандартизации. Например, стандартами определяется необходимость применения эффективной системы качества, обеспечиваемой измерениями, испытательным оборудованием, регулярной калибровкой приборов, системами регистрации и записи данных. Регистрация в ISO означает, что компания соблюдает требования собственной системы качества.

The Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA) - программа, разработанная Конгрессом США и получившая общественное одобрение, отличается своим назначением, содержанием и целью. Она призвана поднять уровень конкурентоспособности Соединенных Штатов. Ее критерии, сфокусированные на достижении результатов и непрерывном совершенствовании, создают основу для разработки и применения прогрессивных технических решений в процессах управления всеми деловыми операциями.

Президентская программа качества, разработанная для высших звеньев управления США, ежегодно пересматривается и пополняется. Она близка к программе MBNQA с некоторыми отличиями, отражающими специфику работы правительства. Вместе они стимулируют сотрудничество и обмен информацией между общественным сектором и частным, используя одинаково высокие критерии качества как для правительства, так и для бизнеса.

Программа Balanced Scorecard - это подход, дополняющий традиционные финансовые показатели измерениями, взятыми из трех дополнительных источников,- от заказчика; из внутренних процессов в бизнесе; из процесса обучения и роста.

МАГАТЭ разработало документ Quality Assurance within Regulatory Bodies, IAEA-TECDOC-1090, в котором использован системный подход к процессам регулирования. Он ориентирован на обмен информацией и распространение накопленного опыта для повышения эффективности основных видов деятельности национальных регулирующих органов в рамках требований МАГАТЭ.

ДОКЛАДЫ 10-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Proceedings of the 10-th International Conference on Nuclear Engineering, INCONE 10, Book of abstracts, April 14-18, 2002, Arlington, Virginia, USA, 452 p. , org. The American Society of Mechanical Engineers (ASME) and Japan Society of Mechanical Engineers (JSME), (мезусы докладов, полный текст на CD)

На конференцию представлено около 500 докладов, в том числе 50 студенческих, по следующим 11 секциям:

Эксплуатация и обслуживание АС.

Надежность основных компонентов и материалов.

Прочность конструкций, динамические воздействия и их смягчение, трещинообразование и разрушение материалов.

Возобновление лицензий, увеличение срока жизни станции, вывод из эксплуатации и дезактивация.

Безопасность, надежность и оценки состояния станции.

Разработка станционных систем последующего поколения.

Термогидравлика.

Совершенствование оборудования и технологии.

Топливный цикл, отработавшее ядерное топливо и обращение с отходами.

Нормативные документы (коды, стандарты, руководства).

Студенческие работы.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛАНЫ СОЗДАНИЯ ГЛУБИННЫХ ЗАХОРОНЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

World nuclear status report.- Nuclear Europe Worldscan, 2000, v. 20, № 7-8, p. 25-49

Правительству Великобритании представлен доклад "Обращение с ядерными отходами". Комитетом по науке и технике Палаты Лордов предложен ряд мер по исправлению существующего положения в сфере обращения с радиоактивными отходами (РАО). Подчеркивается, что из-за больших периодов полураспада радионуклидов в составе высокоактивных отходов задерживается решение об их окончательном захоронении. Комитет считает технически возможным и желательным поэтапное захоронение отходов: хранение их на поверхности земли, затем доступное и контролируемое размещение на глубине и, наконец, окончательное захоронение, если это будет сочтено безопасным. Ведущие ядерные страны и агентства пришли к такому же выводу.

В любом случае герметизированные высокоактивные отходы будут храниться на поверхности

земли в течение 50 лет и более, пока их тепловыделение не снизится до уровня, делающего возможным их подземное захоронение. Если по какой-либо причине отходы надо будет хранить на поверхности значительно большее время, существует вероятность, что их придется переупаковать и разместить для хранения в новых устройствах.

Перед окончательным захоронением высокоактивных отходов желательно предусмотреть достаточно продолжительный период их контролируемого подземного размещения. Даже окончательное захоронение следовало бы проводить в такой форме, чтобы и на более поздней стадии отходы можно было при необходимости извлечь, хотя это создает дополнительные трудности и требует соответствующей конструкции хранилища. Окончательная герметизация (закрытие) хранилища должна проводиться только в том случае, если долгосрочная программа мониторинга покажет безопасность такой операции (а на это может потребоваться более 100 лет). Рекомендательный процесс поэтапного глубинного захоронения РАО позволяет принимать решения по мере накопления опыта, избегая преждевременных действий с труднообратимыми последствиями.

Концепция размещения РАО, которой придерживается Япония, несколько отличается от концепций, принятых в Европе и США. Установлены основные принципы обращения с высокоактивными отходами, согласно которым переработанные отходы хранятся в течение 30 – 50 лет, а затем осуществляется их захоронение в глубоких геологических формациях. При этом проводят выбор площадки для хранения РАО, исследуют ее характеристики, чтобы определить пригодность технологии размещения отходов с применением подземных устройств хранения. Исходя из общей ситуации в ядерной энергетике, предполагается начать эксплуатацию площадки в 2030-е годы (самое позднее - в середине 2040-х годов).

Японский исследовательский институт ядерного топливного цикла завершает детальное изучение национальной долгосрочной стратегии обращения с высокоактивными отходами. Признано возможным глубокое геологическое захоронение.

Испытания и верификация системы размещения отходов в процессе закрытия подземного хранилища проводятся в Канаде.

Существуют международные рекомендации по контролю и мониторингу хранилища высокоактивных отходов и его элементов. Информация, полученная при мониторинге и контроле, используется для решения о закрытии хранилища и переходе к пассивной неконтролируемой стадии. Канадские исследователи дополнительно к международным рекомендациям определили следующие объекты контроля:

- качество проекта;
- качество проведения работ;
- безопасность выполняемых работ;
- геологическая среда, окружающая искусственные барьеры и сооружения;
- территория вокруг хранилища.

Имеются два главных отличия оценки безопасности систем захоронения от оценки безопасности обычных инженерных систем:

- необходимость учета очень большого интервала времени;
- необходимость рассмотрения больших пространственных неоднородных зон.

Предполагается, что горно-геологический массив, в котором сооружается хранилище, тектонически стабилен и слабо обводнен, поток подземных вод имеет низкий коэффициент фильтрации, воды имеют восстановительный характер. В такой среде все элементы системы захоронения будут устойчивы к воздействию подземных вод, барьеры безопасности сохранят целостность в течение длительного времени, скорость коррозии контейнера будет мала. В начальный период, когда активность распада и тепловыделение высоки, контакт отходов с подземными водами следует исключить, для чего должен применяться барьер из водонепроницаемого материала.

В Швеции обращению с РАО уделяется большое внимание. Владельцы ядерных блоков образовали компанию SKB по обращению с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) и РАО. Компания намерена построить подземные хранилища ОЯТ в кристаллических породах на глубине 500 м. Принципиальная схема предусматривает капсулирование ОЯТ в медные канистры с их последующей изоляцией бентонитовой глиной.

Хранилище CLAB принято в эксплуатацию в 1985 г., сюда поступает ОЯТ со всех шведских реакторов. Подземное хранилище для окончательного захоронения радиоактивных эксплуатационных отходов SFR действует с 1988 г.

Размещенная рядом с АЭС Oskarhamn лаборатория по изучению твердых скальных пород в течение нескольких лет проводила геологические исследования на глубине 500 м. В ближайшее время планируется провести полномасштабные демонстрационные испытания установки для размещения канистр с ОЯТ в реальных условиях в штольне лаборатории.

Кроме того, SKB осуществляет программу по выбору площадки хранилища для окончательного захоронения. Сравнительные оценки проводились в шести муниципалитетах Швеции, а в 2001 г. завершены изыскания и определены две площадки для детальных исследований, которые планируется осуществлять в течение последующих четырех лет. Первая из площадок будет выбрана в 2006 г. с тем, чтобы спустя шесть лет, к 2012 г. можно было принять хранилище в эксплуатацию.

В августе 1999 г. Правительство Франции издало два важных распоряжения об исследовании процесса захоронения радиоактивных отходов. Первое распоряжение относится к созданию подземной лаборатории (ANDRA) Французским национальным агентством по обращению с радиоактивными

отходами. В течение 1999 г. ANDRA провела сейсмические обследования площадки, в сентябре 2000 г. начала проходку первой штольни, а концу 2002 г. планируется закончить строительство экспериментального туннеля.

Второе распоряжение определяет требования к площадке для размещения второй подземной лаборатории в гранитных породах. В 1999 г. ANDRA предварительно определила 15 потенциальных площадок для проведения геологических исследований, в результате которых будет выбрана конкретная площадка для подземной лаборатории.

В Германии (Горлебен, Нижняя Саксония) проводятся исследования возможности использования горных выработок для захоронения РАО всех типов и ОЯТ. Завершена программа наземных и подземных, геологических и горных исследований. Их результаты и выполненный анализ безопасности позволили начать процедуру лицензирования. Однако до настоящего времени лицензия на захоронение РАО и ОЯТ не выдана, хотя программа начата в 1979 г.

В Швейцарии работы по выбору площадки для будущего хранилища высокоактивных отходов проводятся национальным объединением Nagra. В 1999 г. пройдена глубокая скважина под Бенкеном (кантон Цюрих) в глинистых породах. Результаты комплексных исследований используются при оценке пригодности выбранного участка для сооружения подземного хранилища. Одновременно в тех же целях изучаются и кристаллические горные породы Северной Швейцарии.

Министерством энергетики США издан проект Положения об оценке воздействия на окружающую среду предполагаемого пункта захоронения ОЯТ. В проекте приводятся результаты исследований на площадке проектируемого хранилища ОЯТ в штате Невада. Министерство рекомендовало эту площадку для строительства хранилища; в 2001 г. рекомендации были представлены Президенту. Агентством по защите окружающей среды издан Стандарт для площадок захоронения, в котором рассматриваются все возможные сценарии получения человеком допустимой индивидуальной дозы облучения. Сейчас США имеют действующее глубокое геологическое хранилище для трансурановых отходов военного происхождения возле Карлсбада (штат Нью-Мексико).

В Финляндии ОЯТ двух действующих реакторов планируется захоронить на глубине около 500 м в кристаллической горной породе. Отходы будут заключены в композитные медно-стальные канистры. Канистры состоят из внутреннего стального контейнера, воспринимающего нагрузку, и наружного контейнера из бескислородной меди, являющегося защитой от коррозии. Канистры с ОЯТ будут помещены в вертикальные каналы, высверленные в полу горизонтально расположенных туннелей захоронения. Зазор между канистрами и горной породой будет заполнен бентонитом.

Первоначальные исследования захоронения проводились на пяти площадках. В анализе безопасности все характерные данные площадок были рассмотрены таким образом, чтобы можно было выбрать наиболее подходящий вариант с точки зрения минимального влияния на окружающую среду.

Если в окрестности захоронения ОЯТ геосферные условия не будут изменяться радикально и если не произойдут большие разрушительные события, то медно-стальные канистры будут оставаться целыми миллионы лет и не будет утечки радиоактивных веществ в значительных количествах из захоронения. ОЯТ, буфер и геосфера эффективно ограничат выход радионуклидов даже, если канистра первоначально имела дефекты или разрушилась вскоре после закрытия захоронения.

Анализ безопасности также включает расчеты последствий весьма неблагоприятных разрушающих событий, например, большое последовательное разрушение горной породы в рассматриваемом захоронении ОЯТ. В случае разрушения горной породы через 1000 лет, повреждения 60 канистр в туннеле захоронения и дополнительных будут иметь место окислительные условия в геосфере из-за ледниковых талых вод (этот вид условий действительно возможен в будущем только после 30 000 лет), результирующая мощность дозы будет меньше мощности дозы естественного радиационного фона.

По результатам анализа планируемая система захоронения ОЯТ удовлетворяет требованиям безопасности.

С.Цыпин

ВЫВОД ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ МАГНОКСОВЫХ РЕАКТОРОВ В БЕРКЛИ (ВЕЛИКОБРИТАНИЯ)

Smith P. Decommissioning the Berkeley vaults.- Nuclear Europe Worldscan, 2002, vol. XXI, Spring edition, p. 40-41

Два магноксовых газоохлаждаемых реактора, расположенные в Беркли, выработали более $40 \cdot 10^9$ кВт·ч электроэнергии за период эксплуатации (1962 - 1998). Станция мощностью 300 MWe была первой коммерческой АС, выводимой из эксплуатации. Ядерное топливо из реакторов выгружено, и большая часть агрегатов и оборудования по возможности удалена. Теперь на блоках остались в режиме выдержки активные зоны реакторов для распада радионуклидов в них и окончательного демонтажа.

В течение эксплуатации реакторов радиоактивные отходы, образованные на атомной станции и присоединенном к ней Техническом Центре Беркли, аккумулировались в подвалах. Радиоактивные отходы в основном средней и низкой активности находились в твердом состоянии, а также в виде жидкой среды, включающей шлам (осадок) и смолы.

Контракт с фирмой Nukem по переработке радиоактивных отходов был подписан в 1996 г., и,

начиная с этого времени, выполнялись проектирование и конструирование установок, включая здание по регенерации и здание по обращению с радиоактивными отходами, хранилище жидких отходов средней активности для 800 Nutex-боксов объемом 3 м³ и 500-литровых бочек, а также установки для хранения примерно 100 м³ слабоактивных жидких отходов (шлам и смолы).

Радиоактивные отходы атомной станции состоят из отработавшего ядерного топлива, извлеченного из нее для переработки на заводе в Sellafield; графита и магнокса (примерно 1000 м³) и различных объектов, включающих шлам и смолы (примерно 150 м³) плюс различные загрязнения, образовавшиеся при эксплуатации атомной станции и присоединенных к ней лабораторий. Масса различных составляющих радиоактивных отходов, подлежащих удалению, изменялась от нескольких кг до 200 в случае 200-литровых бочек. Эти радиоактивные отходы находятся в трех подземных бункерах, каждый из которых имеет габариты 18,3×4,7×6,4 м. Слой гравия толщиной 0,3 м покрывает пол подвалов. Радиационная защита крыши бункеров составляет примерно 1,8 м.

В четвертом заглубленном вертикальном бункере размещены различные тяжелые предметы, включая 78 стержней СУЗ и др. Загрузочные камеры длиной 12 м имеют диаметр 300 мм.

Регенерированные радиоактивные отходы количественно анализируются, обрабатываются, упаковываются и кондиционируются на перерабатывающей установке. Оборудование установки предназначено для цементирование отходов средней активности и гидравлической подачи жидких отходов средней активности в емкости-хранилища.

Работа была разделена на шесть этапов - от проекта до вывода из эксплуатации временных установок. В настоящее время все установки построены, оборудование смонтировано, неактивные составляющие введены в эксплуатацию.

Перерабатывающая установка имеет защищенный проход, построенный поверх подвалов с радиоактивными отходами. Вверху подвалов вырезаны дополнительные отверстия для опускания в них бадей с выдержанными радиоактивными отходами. Подача бадей осуществлялась с помощью дистанционно управляемых манипуляторов высокой грузоподъемности. Все операции были смоделированы на неактивном оборудовании и макете подвала. Условные отходы удалялись под наблюдением телевизионных камер. Первоначальные испытания позволяли операторам наблюдать визуально за манипуляциями с отходами на макете подвала.

Защитная установка для перемещения и сортировки выдержанных радиоактивных отходов сконструирована в здании, первоначально используемом для работ по выводу из эксплуатации. Она содержит устройства по обращению с твердыми радиоактивными отходами, отработавшим ядерным топливом и жидкими отходами, взятыми из контейнеров.

Использовался также транспортер для доставки бадей с радиоактивными отходами в различные части камеры, вибростол для уплотнения отходов, а также различные устройства грузоподъемностью от 1 до 5 т.

В дальнейшем выдержанные радиоактивные отходы цементировались в бочках и помещались в хранилище для отходов средней активности.

С.Цыпин

НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НЕРЕШЕННЫЕ ЗАДАЧИ УТИЛИЗАЦИИ КОРАБЛЕЙ С ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Международный научный семинар Россия-НАТО. Изд. Российская академия наук, Scientific and environmental affairs division of NATO, Москва, 22-24 апреля 2002, 45 докладов, сборник тезисов 93 с. (рус. и англ.), полный текст на CD

Общее число судов с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ), выведенных из флотов США, Великобритании и Франции к началу XXI века, составило более 140 единиц. В частности, на ВМФ Франции имеется один авианосец с двумя ЯЭУ, 14 атомных подводных лодок (АПЛ) и два наземных реактора, предназначенных для исследований и тренировок.

Первые четыре АПЛ и более старый из двух реакторов выведены из эксплуатации и в настоящее время находятся в различных стадиях разборки. С другой стороны, постоянно вводятся в строй новые установки, заменяющие старые.

Ввиду ограниченности свободных территорий во Франции, а также принимая во внимание наличие развитой гражданской ядерной программы для производства электроэнергии, правительство страны приняло решение отказаться от строительства специального долговременного хранилища выведенных из эксплуатации судовых ЯЭУ. Утилизируемые установки разбираются на части, пригодные по размерам и уровню активности для помещения в гражданские хранилища радиоактивных отходов. Это по возможности относится и к отработавшему ядерному топливу (ОЯТ).

Для ожидающих утилизации АПЛ на первый план выходят вопросы:

- связанные с необходимостью организованной выгрузки, временного хранения и вывоза на переработку значительного количества ОЯТ;
- обеспечения ядерной безопасности ЯЭУ, радиационной безопасности, взрыво- и пожаробезопасности и непотопляемости АПЛ, экологической безопасности пунктов их отстоя.

Выгрузка ОЯТ из реакторов, выводимых из эксплуатации, полностью решает вопрос обеспечения ядерной безопасности и заметно снижает радиационную и экологическую опасность выведенного из эксплуатации корабля с ЯЭУ. Вынужденный этап жизненного цикла АПЛ - хранение ее на плаву с невыгруженными активными зонами - имеет ряд существенных особенностей:

- значительное сокращение обслуживающего персонала и, следовательно, сокращение объема наблюдений, контроля за состоянием систем, важных для безопасности;
- неработоспособность основных систем безопасности реактора, обслуживающих систем и средств контроля;
- нештатное состояние АПЛ, выведенных из состава ВМФ в процессе ремонта;
- возможная негерметичность первого контура и элементов активных зон, приводящая к снижению эффективности барьеров безопасности, препятствующих выходу активности в окружающую среду;
- повышенная уязвимость АПЛ к затоплению, потере остойчивости, размораживанию водяных трактов и контуров вследствие неработоспособности некоторых систем живучести и естественного старения элементов корпусных конструкций.

С целью оптимальной очередности выгрузки топлива производится ранжирование (или классификация) выведенных и выводимых из эксплуатации АПЛ, в основу которого положен потенциальный уровень экологических последствий при выходе активности в окружающую среду в результате возможных аварийных ситуаций, развитие которых может привести к затоплению судна. Классификацией учитывается вероятность такого события. Безопасная продолжительность хранения ОЯТ в реакторах выводимых из эксплуатации АПЛ определяется герметичностью трех барьеров: прочного корпуса судна, первого контура и оболочек твэлов.

Стратегия Франции при выводе из эксплуатации АПЛ заключается в разборке до уровня 1 с обязательной выгрузкой ОЯТ сразу после вывода лодки из эксплуатации, а затем скорейшей разборки до уровня 2 (вырезание реакторного отсека и его хранение от 20 до 40 лет на инженерной площадке) вплоть до разборки уровня 3.

При выгрузке ОЯТ используются оборудование и инфраструктура, которые уже использовались при эксплуатации лодки. ОЯТ сначала помещают в промежуточное хранилище в бассейне под водой. Активные зоны реакторов первого поколения (с металлическим топливом) помещают в сухое хранилище с обработкой на установке CASCAD. Стратегия обращения с отработавшим оксидным топливом, которое может быть переработано на предприятиях COGEMA, будет согласована со стратегией хранения ОЯТ гражданского происхождения. Она должна быть принята после обсуждения Парламентом Франции в 2006 г.

При разделочных работах образуется ограниченное количество жидких стоков и отходов активностью от низкой до средней. Они кондиционируются и передаются в центр хранения ANDRA. Корпусная часть отсека разрезается и хранится в центре для хранения отходов очень низкой активности, который сооружается в настоящее время.

Раздел подготовил В.Цукерник