

Применение гарантий к установкам ядерного топливного цикла

Сообщение о новых проблемах и возможностях, помогающих определить направления деятельности в будущем

В. Шурихт и Дж. Ларримор

Гарантии, применяемые Международным агентством по атомной энергии, которое вступает в четвертое десятилетие своего существования, достигли ранней стадии зрелости. После быстрого роста в конце 70-х и начале 80-х годов темпы развития ядерной энергетики в мире замедлились. Это позволило МАГАТЭ суммировать международный опыт применения гарантий и начать работу по повышению уровня достижения целей гарантий. В данной статье рассматриваются новые проблемы и возможности улучшения деятельности по применению гарантий, приводятся последние результаты, полученные в этой области, а в заключение делается прогноз относительно новых проблем.

Новые проблемы

В течение нескольких последних лет Департамент гарантий МАГАТЭ столкнулся с новыми проблемами применения гарантий к установкам ядерного топливного цикла. Увеличилось число стран и установок, подлежащих применению гарантий, но еще более возросло количество ядерного материала, находящегося под гарантиями МАГАТЭ. Кроме того, под гарантии Агентства были поставлены новые типы установок.

В течение 80-х годов число стран, осуществляющих значительную ядерную деятельность, и общее количество установок, находящихся под гарантиями МАГАТЭ, продолжало медленно расти, и в 1987 г. в 57 государствах их насчитывалось 905. С 1980 г. число ядерных энергетических реакторов, к которым должны применяться гарантии, увеличилось на 50 % (данные о количестве установок различных типов, поставленных под гарантии к концу 1987 г., приведены в соответствующей таблице). Агентство ежегодно инспектирует примерно 2/3 этих установок.

Еще одним показателем масштаба деятельности в области гарантий является количество ядерного материала, поставленного под гарантии МАГАТЭ. В последние годы значительно увеличилось количество плутония, низкообогащенного урана и

исходного материала, подлежащих гарантиям (См. соответствующие графики). Общее количество плутония включает в себя плутоний, содержащийся в облученном топливе, и выделенный плутоний, который составляет лишь небольшую часть от общего количества; в настоящее время под гарантиями МАГАТЭ находится около 9 тонн плутония.

В 80-х годах международная ядерная промышленность достигла определенного уровня зрелости. В области научных исследований и разработок было остановлено несколько небольших или устаревших установок, так как в целом ядерные исследования были сосредоточены или сконцентрированы в странах с широкомасштабными ядерными программами. Однако новые задачи в области гарантий более чем компенсировали соответствующее сокращение объема инспекционной деятельности МАГАТЭ.

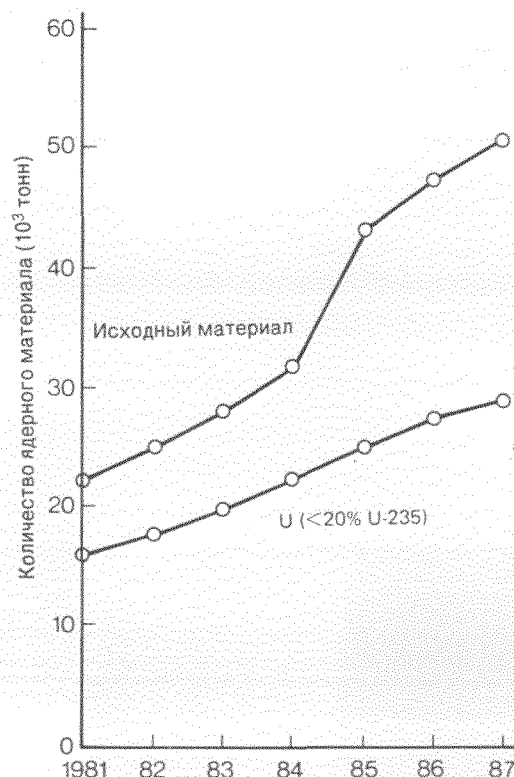
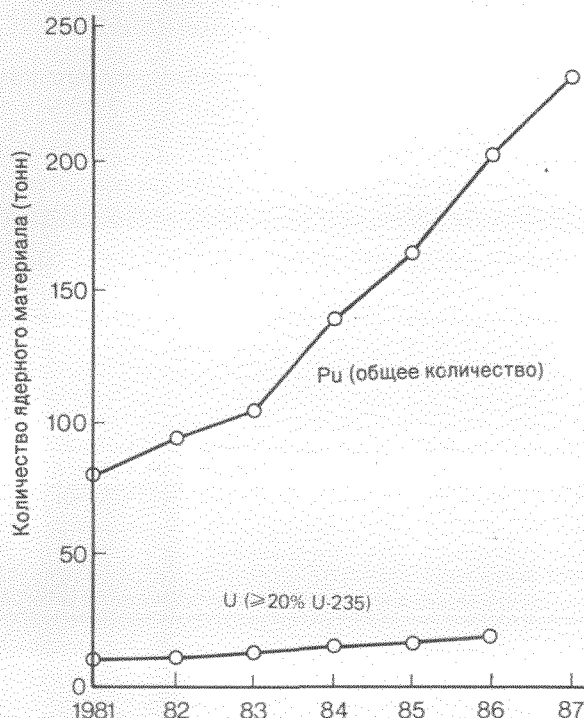
Четыре государства, обладающие ядерным оружием, добровольно предложили подписать соглашения о гарантиях и поставить все или часть

Установки в государствах, не обладающих ядерным оружием, попадающие под действие гарантий или содержащие поставленный под гарантии ядерный материал (положение на конец 1987 г)

Тип установки	Число установок
<i>Установки реакторного типа</i>	
Энергетические реакторы	186
Исследовательские реакторы и критические сборки	172
<i>Установки с материалом в балк-форме</i>	
Установки по конверсии топлива	7
Установки по изготовлению топлива	40
Установки по переработке отработавшего топлива	6
Установки по обогащению топлива	6
Отдельные хранилища	34
Прочие установки	46
Прочие места нахождения ядерного материала	406
Неядерные установки	2
Всего	905

Гн. Шурихт — директор отдела операций А Департамента гарантий МАГАТЭ. Г-н Ларримор — бесплатный консультант Департамента гарантий, выполняющий обязанности технического секретаря Комитета по координации операций.

Количества ядерного материала, находящегося под гарантиями МАГАТЭ (включая весь ядерный материал, поставленный под гарантии в государствах, обладающих ядерным оружием)



Примечание: Данные о плутонии касаются общего количества плутония, т.е. плутония, содержащегося в облученном топливе, и выделенного плутония.

своих гражданских установок под гарантии; одновременно начались переговоры с пятым государством, обладающим ядерным оружием. Агентство, *inter alia*, применяло гарантии к следующим типам установок в государствах, обладающих ядерным оружием: быстрые реакторы-размножители, бассейны выдержки отработавшего топлива, установки по обогащению, установки по переработке, хранилища плутония, установки по изготовлению топлива, энергетические и исследовательские реакторы.

И в заключение, новая технология в данный период в значительной степени вышла на уровень крупных полупромышленных или промышленных установок. В настоящее время Агентство применяет гарантии к следующим новым типам установок: промышленные установки по изготовлению смешанного окисного топлива (смесь PuO_2-UO_2), высокотемпературные реакторы с газовым охлаждением, быстрые реакторы-размножители и установки по обогащению топлива с помощью центробежной технологии.

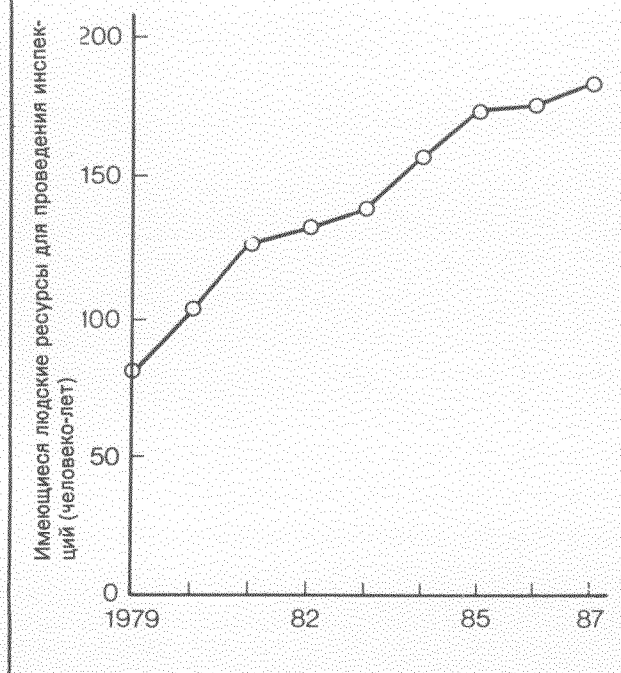
Очень интересным аспектом применения гарантий к таким установкам по обогащению

топлива стала разработка системы гарантий шестисторонней рабочей группой. Владельцы технологии и Агентство совместно разработали для таких установок систему гарантий, которая обеспечивает взаимоприемлемые гарантии и в то же время защищает чувствительную технологию, используемую на этих установках. В настоящее время на нескольких установках по обогащению топлива с помощью центробежной технологии применяются гарантии в соответствии с соглашениями, заключенными на основе подхода к гарантиям, разработанного шестисторонней рабочей группой.

Новые возможности

В конце 70-х и начале 80-х годов отмечалось увеличение предоставляемых Агентству ресурсов, что позволило ему справиться с возрастающим объемом инспекционной деятельности по применению гарантий. С середины 80-х годов основное внимание было сосредоточено на деятельности, способствующей повышению качества работы Агентства. Очень большой вклад в достигнутый прогресс внесло тесное сотрудничество в рамках Агентства, и в первую очередь в Департаменте

Ресурсы Департамента гарантий
(имеющиеся людские ресурсы для
проведения инспекций)



гарантий, а также между Агентством и государствами-членами.

Количество людских ресурсов, имеющихся в распоряжении Агентства для проведения инспекций, которое удвоилось по сравнению с 1979 г., в последнее время стабилизировалось, и сейчас инспекционные трудозатраты приближаются к 200 человеко-лет (См. соответствующий график). При расчете наличных людских ресурсов для проведения инспекций принимается во внимание тот факт, что инспектор или помощник инспектора может проводить инспекции только после завершения необходимой подготовки и утверждения их кандидатур государством, где должна проходить инспекция.

Рост финансовых ресурсов, выделяемых Департаменту гарантий, сказался на улучшении инспекционной деятельности. Значительные успехи были достигнуты в создании и приобретении оборудования, разработке усовершенствованных процедур, обработке информации, оценке практики применения гарантий, подготовке персонала, стандартизации и административном управлении.

В результате прошедшей в 1982 г. реорганизации Департамента гарантий были улучшены возможности координации деятельности по применению гарантий, и в первую очередь в рамках трех отделов операций.

Были осуществлены многочисленные усовершенствования в области подготовки, проведения и оценки результатов инспекций. Можно привести несколько примеров:

- В конце 1982 г. была пущена в эксплуатацию новая компьютеризированная система обработки отчетов о проведении инспекций на установках с ядерным материалом в виде учетных единиц. В 1984 г. в компьютеризированную систему обработки информации стали поступать отчеты со всех установок, включая установки с материалом в балк-форме.
- Для оказания поддержки инспекционной деятельности, оценки гарантий и обработки информации широко используется Информационная система МАГАТЭ по гарантиям.
- С помощью компьютеризованных процедур анализируются отчеты об инспекциях и заявления о результатах инспекций.
- Дополнительные усилия штаб-квартиры МАГАТЭ помогли значительно улучшить показатель своевременности отчетов об инспекциях.

Внедрение нового оборудования и процедур в области гарантий имеет большое значение для более эффективного их осуществления при одновременном уменьшении степени вмешательства в работу оператора. Опыт показывает, что внедрение нового оборудования, начиная с разработки протокола до получения разрешения на широкомасштабное использование промышленных партий, представляет собой длительный процесс. Более того, значительное время может потребоваться для получения разрешения на повседневное использование нового типа оборудования во время инспекций со стороны государственных властей или операторов.

Однако отличительной чертой последних лет стало возрастающее применение нового оборудования в целях гарантий в полевых условиях, а также значительное расширение программы эксплуатационного контроля, закупок, подготовки документации, технического обслуживания, ремонта и распространения. Этому сопутствовал рост потребностей в обычных услугах, включая предоставление и проверку печатей, проявление киноплёнки, анализ данных гамма-спектрометрии, мероприятия по отправке и проведению разрушающего анализа проб, взятых в процессе инспекции.

Новые телевизионные системы наблюдения с видеомонитором размещаются на все возрастающем числе установок в качестве альтернативы хорошо зарекомендовавшим себя фотосистемам наблюдения. На реакторах с перегрузкой топлива на мощности были установлены и используются счетчики топливных сборок. Переносные многоканальные анализаторы заменили стабилизированные анализаторы-измерители, использовавшиеся МАГАТЭ в течение свыше десяти лет. В настоящее время закуплены и установлены корпуса для фотосистем наблюдения, более защищенные от проникновения извне, которые могут быть переоборудованы в видеосистемы.

Испытаны и внедряются процедуры широкомасштабного применения денситометров с использованием эффекта К-полосы поглощения и электронометров. Кроме того, постоянно совершенствуются и находят более широкое применение оптические приборы для наблюдения за свечением Черенкова и высокоточные нейтронные счетчики совпадений.

Агентство по-прежнему делает акцент на достижении прогресса в области применения гарантий путем улучшения сотрудничества между МАГАТЭ и государствами-членами. Созданные на

Применение гарантий

	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	1987 г.
Системы наблюдения, находящиеся в эксплуатации	140	160	190	230	240	290	325	320
Используемые печати	7700	10 500	16 500	21 000	21 400	21 500	19 600	25 000
Проанализированные пробы плутония и урана	780	890	870	1150	1080	1270	1030	1360
Несоответствия или аномалии	200	230	406	420	400	150	270	290

основе соответствующих соглашений комитеты по связи продолжали свою работу. Деятельность данных комитетов и другие формы регулярных контактов с операторами установок по-прежнему вносят значительный вклад в решение общих и специфических проблем, связанных с применением гарантий.

Открытие бюро МАГАТЭ в некоторых государствах содействовало укреплению сотрудничества между МАГАТЭ и этими государствами. Учитывая успешный опыт работы бюро МАГАТЭ в Торонто, Канада, которое начало свою деятельность в сентябре 1980 г., в мае 1984 г. было официально открыто бюро МАГАТЭ в Токио. В задачу этих бюро входит оказание материально-технической поддержки персоналу МАГАТЭ, выполняющему свои обязанности в Канаде и Японии, которая благодаря ежедневным контактам между представителями МАГАТЭ и государственными официальными лицами существенно повлияла на успешное решение проблем применения гарантий.* Они также вносят свой вклад в более эффективное использование инспекционных людских ресурсов. Прикомандированные к бюро инспекторы способны проводить примерно в два раза больше инспекций в человеко-днях по сравнению с инспекторами, находящимися в штаб-квартире в Вене. Кроме того, эти бюро позволяют проводить инспекции в короткий срок (чего не могут сделать инспекторы, находящиеся в штаб-квартире в Вене), повышая тем самым эффективность осуществления гарантий МАГАТЭ.

Поддержка, оказываемая Департаменту гарантий большим числом государств-членов в рамках своих программ поддержки гарантий, стала важным элементом улучшения деятельности по применению гарантий. Успешно завершен целый ряд проектов, в результате чего было разработано полезное оборудование или получена полезная информация, помогающие удовлетворить насущные потребности операций в области гарантий.

Результаты деятельности по применению гарантий

Основной вывод о результатах деятельности МАГАТЭ по применению гарантий содержится в „Заявлении об осуществлении гарантий“, публикуемом в Ежегодных отчетах и Докладах об осуществлении гарантий (SIR) МАГАТЭ: „Считается, что имеются основания для вывода о том, что ядерный материал, поставленный под гарантии МАГАТЭ, по-прежнему использовался для мирной ядерной деятельности или же был соответству-

ющим образом учтен“. Степень уверенности, связанную с таким заявлением, необходимо рассматривать в свете деятельности по применению гарантий, чувствительности инспекционных методов и методов оценки, степени уверенности, связанной с выводами Секретариата и Доклада об осуществлении гарантий.

Общий вывод, содержащийся в „Заявлении об осуществлении гарантий“, делается благодаря усилиям всего Департамента гарантий, а также сотрудничеству и поддержке государств-членов. Успехи в области применения гарантий одновременно служат признанием такой сильной поддержки и тесного сотрудничества. В последующих параграфах будут приведены некоторые отдельные результаты, подтверждающие вывод „Заявления об осуществлении гарантий“.

Информация об объеме инспекционной деятельности. С 1980 г. число установок, проинспектированных Агентством, возросло более чем на 50 % (393 установки в 1980 г., 631 – в 1987 г.), одновременно с этим общий объем инспекционной деятельности в государствах, обладающих и не обладающих ядерным оружием, увеличился более чем в два раза (3985 человеко-дней инспекций в 1980 г., 9556 – в 1987 г.). В настоящее время инспекционные усилия сконцентрированы на таких этапах ядерного топливного цикла, как производство, переработка, использование или хранение ядерного материала, из которого легко можно изготовить ядерное оружие или другие взрывные устройства. Самый высокий приоритет МАГАТЭ отдает наиболее чувствительным установкам, а также материалам прямого использования. В 1987 г. около 46 % общего объема инспекционной деятельности пришлось на долю установок с материалами в балк-форме, хотя они составляют всего 7 % от общего числа установок; для энергетических реакторов эти показатели составляют 31 и 21 % соответственно.

Дополнительную информацию о применении гарантий можно найти в соответствующей таблице. В число использовавшихся печатей входят печати Агентства и сравнимое число печатей МАГАТЭ/Евратома, применявшихся в государствах-членах Евратома. Возможности обнаружения несоответствий и аномалий являются одним из показателей чувствительности системы гарантий МАГАТЭ. Ежегодно обнаруживаются и выявляются причины нескольких сот таких несоответствий и аномалий.

В дополнение к количественному увеличению объема инспекционной деятельности были предприняты меры по повышению эффективности осуществления гарантий. Примером этого могут служить инспекции без предварительного уведомления и одновременная проверка имеющегося в наличии количества материала на всех крупных установках ядерного топливного цикла на основе природного урана в одном государстве.

*Недавно достигнуто соглашение о расширении функций бюро в Торонто, которое теперь называется „Региональное бюро МАГАТЭ в Торонто“. Инспекторы, прикомандированные к этому бюро, будут также inspectировать ядерные установки в Мексике, США и на Ямайке.

Информация о достижении целей инспекций.

Цели МАГАТЭ в отношении обнаружения – это целый ряд параметров (значимые количества, время и вероятность обнаружения), с помощью которых термины, используемые для определения целей гарантий, переводятся в количественные величины. Эти цели используются в качестве руководящих принципов при разработке подходов к применению гарантий и целей инспекции.

Оценка степени достижения целей инспекции проводится на основе единообразных критериев, разработанных МАГАТЭ для внутреннего пользования в связи с ежегодным Докладом об осуществлении гарантий. Эти критерии, используемые для ежегодной оценки инспекционной деятельности, неоднократно пересматривались и изменялись в целях обеспечения постоянного соответствия высоким стандартам и учета меняющихся потребностей и возможностей.

МАГАТЭ стремится обеспечить соблюдение всех соответствующих критериев для всех зон баланса материала на всех установках, поставленных под гарантии. Сложность критериев оценки не всегда позволяет полностью достичь цели инспекции. Однако важно понять, что МАГАТЭ осуществляет широкий диапазон инспекционной деятельности. Даже если МАГАТЭ и не всегда удавалось полностью достичь цели инспекции на какой-нибудь установке, информации, которая была получена в результате инспекционной деятельности, было достаточно для поддержания заявления о том, что „Секретариат в ходе выполнения обязательств Агентства по гарантиям не обнаружил каких-либо отклонений, свидетельствующих о переключении значимого количества поставленного под гарантии ядерного материала“, однако с более низкой степенью уверенности.

Вышеупомянутые усилия помогают повышать степень достижения целей инспекции. С 1980 по 1987 г. число установок, на которых были проведены инспекции, а оценка их результатов сообщалась в ежегодных Докладах об осуществлении гарантий, увеличилось на 62 %. В тот же период времени число установок, на которых цели инспекции были достигнуты полностью для всей установки, возросло на 110 % и составило 63 % от числа всех установок, на которых в 1986 г. были проведены инспекции.

Взгляд в будущее

После ознакомления с прогрессом в области гарантий, достигнутым за последние годы, целесообразно посмотреть в будущее и проанализировать, с чем может столкнуться Агентство в течение следующих нескольких лет.

Интересную перспективную тенденцию представляет собой активизация участия операторов крупных установок в разработке подходов к применению гарантий. Вполне вероятно, что в результате такого активного участия операторов в соответствии с пожеланиями заказчика могут быть разработаны подходы к применению гарантий к конкретным установкам, что одновременно обеспечит эффективность их осуществления.

Другая интересная тенденция заключается в том, что новая технология или некоторые подходы к гарантиям приводят к перераспределению расходов между операторами различных типов установок. Примером может служить проблема проверки

свежего топлива для энергетических реакторов. Должна ли проводиться проверка на заводе по изготовлению топлива или на энергетических реакторах? Другой пример – где должна проводиться проверка отработавшего топлива, предназначенного для среднесрочного или длительного хранения, на реакторе или в хранилище? И в качестве третьего примера можно привести проблему проверки плутониевого продукта – где следует ее проводить, на заводе по переработке или на заводе по изготовлению смешанного окисного топлива? И хотя в окончательных решениях будут приняты во внимание технические или коммерческие соображения, Агентство должно настаивать на обеспечении эффективности своей системы гарантий.

Важно отметить и перераспределение расходов между Агентством и операторами, а также между различными категориями операторов. Если общие издержки применения гарантий будут уменьшены с точки зрения совместных расходов и вмешательства в работу оператора, то в чистом выигрыше от таких тенденций окажется мировая ядерная промышленность. Однако эти тенденции затрудняют проведение анализа затрат на осуществление гарантий и их вмешательства в работу оператора и потребуют более глубокого и детального знания практики применения гарантий и широкой перспективы ядерной промышленности.

И последняя важная тенденция касается возрастающей сложности гарантий. С увеличением размеров и сложности ядерных установок возрастает и объем инспекционной деятельности, что в свою очередь усложняет деятельность по применению гарантий, проводимую персоналом Агентства в его штаб-квартире. В расчете на один день работы в полевых условиях увеличивается число дней, которые они вынуждены проводить в штаб-квартире МАГАТЭ.

В течение нескольких последующих лет Агентство столкнется с новыми значительными проблемами в области применения гарантий. Пуск в эксплуатацию крупных установок по переработке отработавшего топлива, автоматизированных установок и установок с дистанционным управлением, новых ядерных энергетических реакторов, увеличение масштабов использования смешанного окисного топлива в цикле легководных реакторов (LWR), создание установок для среднесрочного или длительного хранения отработавшего топлива, замена топливных стержней в сборках отработавшего топлива легководных реакторов, дальнейшее применение гарантий в государствах, обладающих ядерным оружием, на основе их добровольных предложений, все это внесет свой вклад в увеличение трудозатрат на проведение инспекций при ограниченных людских ресурсах Агентства.

Агентство призвано обеспечивать эффективность международных гарантий и продолжать усилия по укреплению уверенности в системе гарантий при одновременном росте числа установок и жестких ограничениях ресурсов. Будут предприниматься усилия по дальнейшему повышению эффективности осуществления гарантий и эффективности мероприятий по применению гарантий. Некоторую помощь здесь может оказать внедрение новых видов оборудования и усовершенствованная обработка данных. Однако для этого потребуются определенное увеличение ресурсов. Благодаря этому и повышению эффективности осуществления гарантий и эффективности мероприятий по применению гарантий Агентство надеется решить будущие проблемы таким образом, чтобы оправдать ожидания государств-членов.