

Гарантии на установках с МОУ: сложившаяся практика и тенденции на будущее

Обзор деятельности МАГАТЭ по проверке установок с малообогащенным ураном и меры по расширению сотрудничества с операторами

Анита Нильссон

Установки с топливным циклом на малообогащенном уране (МОУ) являются важным продуктом ядерной промышленности и органически связаны с производством ядерной энергии. К ним относятся установки по производству гексафторида урана, обогащению урана (менее чем до 20% урана-235), химическому превращению урана в порошкообразную окись и производству ядерных топливных сборок для последующего использования в реакторах. Как правило, к ним также относятся установки (исключая заводы по переработке) по заключению в капсулы и захоронению отработавшего топлива, содержащего плутоний. Настоящая статья касается в первую очередь установок с топливным циклом, использующим МОУ, и лишь в малой степени затрагивает гарантии в отношении отработавшего топлива, подлежащего захоронению в геологических формациях.

На всех таких установках наличие урана является основанием для гарантий МАГАТЭ по соглашениям, заключенным в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия. Природный, или малообогащенный, уран является ядерным материалом, который лишь косвенно может использоваться для производства ядерного оружия. С целью получения материала, пригодного для применения в ядерном взрывном устройстве, необходимо дальнейшее обогащение урана по изотопу урана-235 до уровня свыше 20%.

Этот факт имеет основополагающее значение для осуществления гарантий МАГАТЭ в отношении МОУ. Агентство обязано делать независимые выводы о том, что тот или иной ядерный материал, на который распространяется действие гарантий, не переключался с мирного использования, т. е. не использовался для производства ядерных взрывных устройств или в каких-либо неизвестных целях. Подходы и критерии гарантий, применяемые МАГАТЭ для достижения этой цели, определены с должным учетом возможного использования ядерных материалов для производства ядерного оружия. Обогащение изотопом урана-235, необходимое для превращения природного, или

малообогащенного, урана в материал, пригодный для производства оружия, является дорогостоящим и длительным процессом, особенно если он осуществляется скрытно. Путем технического анализа было установлено, что государство может получить материал, обогащенный до нужной для производства оружия степени, примерно через год. Однако недавние обзоры в рамках Агентства показали, что, хотя создание обогатительной установки, особенно в тайном порядке, является дорогостоящим и длительным процессом, последующее обогащение МОУ, уже после создания обогатительных установок, может осуществляться менее чем за год.

Действующие гарантии в отношении установок с МОУ

В основе применения гарантий МАГАТЭ в отношении МОУ лежит ряд критериев, определяющих *инспекционные цели*, где *значимое количество* определяется как объем урана, содержащий 75 кг урана-235, а *своевременность* — как срок в один год. Это означает, что при использовании своей системы гарантий Агентство должно быть в состоянии выявить переключение по крайней мере 75 кг урана-235, содержащегося в МОУ, в течение одного года.

Установка с топливным циклом на МОУ перерабатывает ядерный материал в балк-форме. В ходе производственного процесса ядерные материалы, используемые в качестве сырья, могут изменяться по содержанию изотопов, химическому составу и физическим свойствам. При этом из таких материалов также образуется крайне небольшое количество продуктов отхода, которые сбрасываются в сточные воды или удаляются иным способом. Общая задача как с точки зрения гарантий, так и с финансовой точки зрения заключается в сведении отходов и потерь к минимально возможному уровню.

Для достижения целей гарантий в отношении производственного процесса, в ходе которого ядерный материал в балк-форме преобразуется в раз-

Г-жа Нильссон является старшим сотрудником Департамента гарантий МАГАТЭ.

личные формы, МАГАТЭ разрабатывает такой подход к гарантиям, который позволял бы ему осуществлять ежегодную оценку и проводить независимую проверку *баланса материала* на установке через определенные периоды времени.

МАГАТЭ должно делать свои выводы независимо от операторов и государств-членов. Тем не менее такие выводы могут делаться совместно с государственной системой учета и контроля (ГСУК) или региональной системой учета и контроля (РСУК). Для этого необходимо с определенной степенью достоверности выявить количества материала, на которые распространяется действие гарантий.

В соответствии с действующими критериями гарантий следует отдельно проверять ядерные материалы, *находящиеся в движении* в установке и находящиеся в инвентарном списке установки. В отношении завода по производству топлива на МОУ проверка должна распространяться не менее чем на 20% ядерных материалов, *находящихся в движении*, при этом раз в год также проверяется составляемая оператором инвентарная опись фактического количества всех ядерных материалов, имеющихся на установке; это делается после закрытия баланса материала для целей учета.

Агентство использует статистические методы для проверки эффективности расходов на основе своего знания производственного процесса, происходящего на установке, а также произведенных операторами и МАГАТЭ точных и прецизионных измерений ядерных материалов. Информация о процессе и системе измерений, применяемой на установке, включается в *информацию о конструкции*, представляемую Агентству.

Информация, на которой основывается деятельность Агентства, представляется государством через ГСУК или РСУК. Официальные отчеты об изменениях инвентарного количества представляются периодически, часто ежемесячно, отражая динамику за предыдущий месяц.

Инспекции и проверки. Во время обычных инспекций Агентство проверяет заявления операторов об учете материалов, т. е. учетные ведомости и вспомогательные документы, и сопоставляет (как правило, в штаб-квартире) полученный результат с официальными отчетами об изменениях инвентарного количества, представляемыми ГСУК или РСУК. В соответствии с применяемыми в настоящее время критериями гарантий МАГАТЭ для достижения этих целей проводятся регулярные инспекции. На заводах по производству топлива на МОУ обычно проводится пять инспекций для проверки движения и одна — для проверки фактического количества материала в наличии в период подведения баланса материала. На заводах по обогащению проводятся ежемесячные инспекции прежде всего для подтверждения заявленного уровня обогащения (отсутствия обогащения свыше 20% по урану-235). Планирование инспекций осуществляется на основе эксплуатационной информации, представляемой раз в полгода, и заблаго-

временных уведомлений о получении и отгрузке ядерных материалов. Проверка ядерных материалов в движении осуществляется путем взвешивания и отбора проб для последующего химического анализа, а также путем неразрушающего анализа для контроля обогащения. Важность проведения "инспекций движения" материала становится очевидной, если учесть, что установки топливного цикла, перерабатывающие ядерные материалы в балк-форме, имеют большую пропускную способность и сравнительно малое инвентарное количество ядерных материалов.

Проверка фактического количества материала в наличии основывается на применении статистических методов. При сопоставлении зарегистрированного инвентарного количества (зарегистрированное количество материала) с измеренным инвентарным количеством (фактическое количество материала в наличии) на установках, перерабатывающих ядерные материалы в балк-форме, всегда имеется расхождение. Это расхождение именуется неучтенным материалом (НМ). На основе статистической оценки баланса материала делается вывод о том, находятся ли НМ в допустимых пределах. Несмотря на то что значительная величина НМ *может* свидетельствовать о возможном переключении ядерных материалов, общая оценка такого переключения должна производиться в более широком контексте заявлений государства о ядерных материалах и независимой проверки этих заявлений Агентством.

В рамках существующей системы гарантий ГСУК и РСУК всегда получают заблаговременные уведомления об инспекциях. Это давно было признано необходимым, для того чтобы государство и оператор подготовили заявления о ядерных материалах и другую документацию, требующуюся для инспекции.

Учет и контроль. Система гарантий требует от оператора ведения текущего реестра (регистрационного журнала) ядерных материалов в соответствии с согласованными стандартами и рекомендациями. Однако вполне вероятно, что учет ядерных материалов может осуществляться и при отсутствии требований или системы осуществления гарантий. Ядерные материалы являются дорогостоящими, и на них приходится значительная часть эксплуатационных расходов ядерного реактора. Таким образом, в интересах владельца ядерных материалов свести к минимуму потери и поддерживать контроль качества на максимально высоком уровне.

Учет ядерных материалов является одним из способов, позволяющих оператору следить за перерабатываемыми ядерными материалами в рамках его ответственности за эти материалы перед владельцем. Кроме того, ядерная безопасность и расчеты реактивности требуют точных данных по обогащению. Непрогнозируемые выбросы при обогащении таблеток в топливном стержне могут привести к пережогу и последующей утечке продуктов деления в систему охлаждения, что влечет

потери в производстве электроэнергии. Кроме того, такая утечка, даже незначительная, может создать дополнительный источник радиоактивного облучения населения. По той же причине операторы установки топливного цикла сводят к минимуму и контролируют выброс ядерных материалов в окружающую среду, о чем также свидетельствует система измерения и учета.

В целях поддержания высокого качества производства оператор установки ядерного топливного цикла использует новейшее оборудование. Для контроля за обогащением используются сканеры стержней, а для определения веса — точные весы. На некоторых установках введен порядок, согласно которому Агентство может использовать принадлежащее оператору оборудование. В подобных случаях для обеспечения независимости Агентство хранит на установке печатанные стандарты источников или ядерных материалов для целей калибровки. Такие элементы сотрудничества повышают действенность инспекций, а также поддерживают эффективность гарантий или способствуют ее повышению.

Другой причиной, в силу которой оператор поддерживает систему контроля, является требование двусторонних или многосторонних соглашений, касающихся ядерного нераспространения. Государства — поставщики ядерных материалов требуют осуществления гарантий и учета таких материалов в соответствии с установленными стандартами. Иными словами, учет ядерных материалов и гарантии МАГАТЭ являются предварительными условиями ядерной торговли; было признано, что без высококачественной системы гарантий такая торговля будет сильно затруднена или вообще станет невозможной.

Возможные новые элементы гарантий

Недавние события выявили необходимость усовершенствования гарантий, с помощью которых МАГАТЭ должно не только проверять точность и полноту заявлений государств о ядерных материалах, но и обеспечивать надежность заверений в отсутствии незаявленной ядерной деятельности. Укрепление системы гарантий было предложено в рамках программы МАГАТЭ, известной под названием "Программа 93+2". Часть 1 программы осуществляется на основании всеобъемлющих соглашений о гарантиях, тогда как новые меры, составляющие часть 2, требуют для МАГАТЭ дополнительных правовых полномочий. В июне 1995 г. Совет управляющих постановил, что Агентству следует приступить к осуществлению части 1, и в июне 1996 г. был учрежден Комитет Совета для разработки протокола о дополнении существующих всеобъемлющих соглашений о гарантиях. Этот протокол предоставит Агентству дополнительные возможности, необходимые для реализации преду-

сматриваемой укрепленной системы гарантий во всей ее полноте.

В отношении установок топливного цикла на МОУ часть 1 предусматривает расширенный физический доступ и развитие сотрудничества с ГСУК или РСУК — в зависимости от обстоятельств. Расширенный физический доступ включает необъявленные инспекции, т. е. инспекции, о которых государство не уведомляется заблаговременно. Необъявленные инспекции могут быть полезными в отношении эффективности и действенности при наличии конкретных заявлений о движении материалов и эксплуатации установки. При расширенном доступе для инспектора станут доступны все здания на *ядерной площадке*. Важное значение для укрепления гарантий имеет и *оптимальное использование существующей системы*. Расширение информации от ГСУК, предоставляемой государствами, обеспечивает расширение сотрудничества между Агентством и национальными или региональными органами власти. Расширение сотрудничества может включать совместное использование измерительной аппаратуры, своевременное представление МАГАТЭ данных, имеющихся у национальных или региональных органов власти, и совместную деятельность, при условии сохранения независимой контрольной функции МАГАТЭ. Путем расширения сотрудничества можно своевременно разрешать любые противоречия и вопросы.

Полевые испытания. Полевые испытания укрепленной системы гарантий были проведены в Канаде, Финляндии и Швеции и явились хорошим примером того, как такая система может действовать на практике.

Испытания в Канаде. Испытания в Канаде показали, что доступ без уведомления может быть получен к тем местам, которые обычно недоступны для целей гарантий на установках топливного цикла широкого диапазона. К таким установкам относились установка по конверсии урана, установка по производству топлива, две многоблочные установки с энергетическими реакторами, частично снятый с эксплуатации исследовательский реактор и комплекс по ядерным НИОКР. Эти испытания также явились свидетельством (согласно сообщению Контрольного совета по вопросам атомной энергии) расширения сотрудничества между ГСУК Канады и Агентством по ряду направлений: адаптированные к местным условиям процедуры доступа без уведомления, разработанные операторами и ГСУК, были одобрены МАГАТЭ, с тем чтобы они принимались во внимание при подготовке инспекционных мероприятий. Испытания включали целый диапазон действий, в частности широкий доступ, запрашиваемый во время плановой инспекции, и доступ без уведомления в сверхурочное время; применяемые меры предусматривали отбор проб объектов окружающей среды, проверку информации о конструкции, визуальное наблюдение и неразрушающий анализ. В каждом случае доступ предоставлялся незамедлительно, и

МАГАТЭ имело возможность осуществить необходимую деятельность. В широком смысле испытания показали, что ГСУК, оператор и МАГАТЭ могут принимать процедурные меры, которые приведут к успешному осуществлению доступа без уведомления или с краткосрочным уведомлением к любому месту на ядерных установках в Канаде.

Испытания в Финляндии. Полевые испытания в Финляндии состояли в отборе проб и расширении сотрудничества с ГСУК. Была произведена оценка методов мониторинга окружающей среды на местах, и в результате были определены имеющиеся в продаже приборы, которые можно было использовать при экологическом мониторинге на установках с МОУ, без интенсивной исследовательской работы. Успешные результаты дало и применение автордиографии для анализа мазковых проб объектов окружающей среды. В финских лабораториях были проанализированы различные виды проб, отобранных во время полевых испытаний в различных странах, что позволило получить ценные аналитические результаты. В целях определения и регистрации объектов окружающей среды для взятия проб на местах была разработана спутниковая навигационная и картографическая система с использованием ПЭВМ. Такая система картографирования и навигации с использованием компьютерных технологий оказалась весьма полезной при отборе проб объектов окружающей среды за пределами установок.

Также подверглась испытанию и интенсивность сотрудничества с ГСУК путем представления ей вопросника и получения от нее расширенного заявления, а также проведения необъявленных инспекций на легководных реакторах и на исследовательском реакторе. В результате был приобретен опыт в осуществлении таких инспекций при расширенном доступе к информации и объектам. Был разработан порядок проведения необъявленных инспекций и выработан новый подход к усовершенствованию гарантий в отношении установок с реактором типа ВВЭР.

Испытания в Швеции. Испытания в Швеции были связаны с мониторингом окружающей среды и расширением сотрудничества с ГСУК, включая представление МАГАТЭ дополнительной информации с докладами об учете в режиме почти реального времени, необъявленные инспекции, информацию ГСУК и расширенное заявление.

Более конкретные области испытаний в Швеции были сконцентрированы на проведении необъявленных инспекций на заводе по производству топлива на МОУ. Система необъявленных, произвольных инспекций применялась таким образом, что в течение этого периода проведения инспекций можно было ожидать в любой день и час. В частности, согласно этой системе еженедельно представлялась информация об эксплуатационных прогнозах установки. Информация передавалась Агентству электронным способом через защищенную линию связи. Перед проведением испытаний были согласованы процедуры, касающиеся виз для

инспекторов, доступа к установке, сопровождения инспекторов сотрудниками установки и доступа к информации в компьютеризованной системе учета ядерных материалов оператора. Результаты необъявленных инспекций вместе с проверкой фактического количества материала в наличии, дополняющей испытания, обеспечили прочную основу для оценки принятого подхода.

Общие результаты испытаний продемонстрировали позитивные последствия укрепления системы гарантий для МАГАТЭ, национальных органов власти и операторов. Проще говоря, благодаря произвольному характеру необъявленных инспекций полученные результаты проверки можно экстраполировать на *все* материалы, задействованные в производстве, в период подведения баланса материала. Это означает повышение эффективности и переход от частичного к полному охвату ядерных материалов, находящихся в движении. Расширенный доступ для инспекторов позволил принять меры по обеспечению отсутствия незаявленных видов деятельности на территории установки.

Таким образом, испытанный подход позволил осуществлять более совершенные с точки зрения эффективности произведенных расходов гарантии: система значительно укрепилась, а проведение инспекций не потребовало дополнительной работы. Применяемый порядок оказался менее обременительным для текущей деятельности установок по сравнению с инспекциями в рамках обычной, "классической" системы, поскольку он затрагивал скорее процесс, нежели продукт. Эти преимущества существенно компенсировали дополнительные затраты рабочего времени со стороны оператора при составлении еженедельных эксплуатационных прогнозов и установление порядка, допускающего проведение на установке необъявленных инспекций.

В рамках Агентства недавно была учреждена целевая группа по оценке возможных подходов с точки зрения гарантий в отношении заводов по производству топлива на МОУ с учетом применения разных подходов на разных установках и в разных государствах.

Перспективы на будущее

Элементы укрепленной системы. Дополнительные меры по укреплению гарантий, рассматриваемые Советом управляющих МАГАТЭ, основываются на расширении доступа к информации о государственной ядерной программе, расширении физического доступа инспекторов Агентства к ядерным установкам и другим ядерным площадкам и использовании новых методов, в первую очередь отбора проб объектов окружающей среды и оптимизации существующей системы. Задача будет заключаться в проверке отсутствия как переключения ядерных материалов, так и незаявленной ядерной деятельности. Общие последствия укрепления системы гарантий для той или иной страны зависят от ее ядерной программы. Систе-

ма обеспечит повышенное внимание к ядерным установкам, вызывающим наибольшие опасения, на которых используется высокообогащенный уран или плутоний, и будет уделять меньше внимания таким менее чувствительным материалам, как малообогащенный уран, с учетом полученных заверений относительно отсутствия незаявленной ядерной деятельности. Как отмечалось выше, необъявленные инспекции могут повысить гарантию непереключения ядерных материалов и в то же время обеспечить уверенность в отсутствии незаявленной ядерной деятельности. В последнем случае важное значение будет иметь возможность отбора проб объектов окружающей среды. Если такой отбор осуществляется во время регулярных инспекций, не будет никакой необходимости в проведении дополнительных отдельных инспекций, сопряженных с затратами со стороны как МАГАТЭ, так и оператора.

Расширение информации, представляемой государствами, оставит основу для ее оценки Агентством. Постепенное повышение уверенности в отсутствии незаявленной деятельности может обеспечить основу для снижения интенсивности осуществления гарантий в отношении заявленных ядерных материалов. В качестве примера можно взять отработавшее топливо атомных станций. Несмотря на то что в нем содержится плутоний, повышение уверенности в отсутствии его скрытой переработки тем или иным государством влияет на подход к гарантиям.

В некоторых государствах отработавшее топливо будет заключено в капсулы для содержания в глубоких подземных хранилищах без нарушения целостности топлива. На заседании консультативной группы, созванном МАГАТЭ, представители государств-участников согласились с тем, что нельзя прекращать действие гарантий в отношении отработавшего топлива атомных электростанций, подлежащего захоронению или уже захороненного в геологических формациях. В то же время было признано, что применяемые меры должны основываться на "преемственности знаний" и учитывать изменения в режиме гарантий. Несмотря на возможное содержание в подземном хранилище большого количества плутония, меры по гарантиям в отношении такого хранилища могут быть эффективными и высокодейственными, — например, в результате применения мер сохранения и наблюдения на площадке и постоянного получения информации о захороненных материалах — с учетом обеспеченных укрепленной системой гарантий заверений в отсутствии незаявленной переработки.

Ряд государств путем широкого объединения усилий в программе поддержки гарантий МАГАТЭ участвуют в работе, связанной с подходом к гарантиям в отношении отработавшего топлива, подлежащего захоронению в геологических формациях. До проведения следующего планового заседания консультативной группы должен быть подготовлен совместный доклад, в котором будет

затронут вопрос о гарантиях в отношении заключительной стадии топливного цикла.

Существенные изменения в осуществлении гарантий применительно к установкам с топливным циклом на МОУ могут потребовать применения современных методов. Передача учетных и эксплуатационных данных с помощью электронных средств связи в режиме почти реального времени может обеспечить повышение эффективности и действенности системы гарантий. Методы шифрования и конкретные протоколы передачи обеспечат передачу данных с сохранением конфиденциальности. Дистанционная электронная передача достоверных данных измерений откроет для установок с МОУ такие же возможности, что и дистанционный контроль — для ядерных реакторов. Существующие методы измерений все чаще дают результаты в цифровом формате, что необходимо для дистанционной передачи результатов измерений. Таким образом, применение новых методов может способствовать дальнейшему сокращению частоты инспекций на установках при сохранении или повышении степени уверенности.

На пути к расширению сотрудничества. В отношении установок с топливным циклом на МОУ укрепление системы гарантий, по-видимому, приведет к изменению отношений государства (через ГСУК или РСУК) и операторов с МАГАТЭ. Оно предусматривает расширение сотрудничества путем более своевременного представления информации об отдельных эксплуатационных событиях и признания необъявленных инспекций как средства повышения эффективности и действенности гарантий.

На этом эволюционном этапе развития гарантий стоит отметить, что роль инспекции на площадке намного превосходит значение проверки непереключения ядерных материалов. При встрече инспекторов с оператором на установке могут обсуждаться вопросы, представляющие взаимный интерес, и разрешаться те или иные разногласия или проблемы. При любом режиме инспекций и контроля важное значение имеет доверие между сторонами.

Инспекторы МАГАТЭ по гарантиям в основном посещают установки для выполнения какого-либо поручения, например получения требуемых международным сообществом заверений в том, что ядерные материалы на установке используются в соответствии с обязательствами государства о нераспространении. Наличие таких заверений позволяет поддерживать уверенность общественности в том, что установка используется только для мирной деятельности и своим производственным процессом способствует благосостоянию общества. Изменение системы гарантий требует расширения сотрудничества между МАГАТЭ, национальными или региональными органами власти и оператором, что облегчает работу последнего. В конечном счете ее эффективное и действенное применение явится заслугой операторов установок, а также государства и международного сообщества. □