

Некоторые аспекты применения международных гарантий к захоронению отработавшего топлива в подземных хранилищах, расположенных в глубоких геологических формациях

Предпринимаются усилия по разработке подходов и политики применения гарантий

А. Фаттах и Н. Хлебников

Одним из важных аспектов обращения с отработавшим топливом является отказ от его переработки в целях извлечения содержащегося в нем плутония и других элементов. Государства, придерживающиеся данного подхода, собираются кондиционировать отработавшее топливо и осуществлять его захоронение в подземных хранилищах, расположенных в глубоких геологических формациях. В ожидании создания таких подземных сооружений хранение и охлаждение отработавшего топлива должно осуществляться в хранилищах на реакторных площадках и в отдельных хранилищах (AFR).

В некоторых государствах переработка отработавшего топлива не предусматривается и считается неэкономичной. Последние разработки делают захоронение в геологических формациях более привлекательным чем раньше, а это приводит к возникновению новых проблем с точки зрения международных гарантий. В то же время, ядерное сообщество выразило озабоченность в отношении насущной необходимости решения проблем долгосрочного применения гарантий к отработавшему топливу, захороненному в геологических формациях*, МАГАТЭ, таким образом, необходимо разрабо-



В настоящее время нет действующих подземных хранилищ, расположенных в глубоких геологических формациях, однако в этой области ведутся научные исследования. В Неваде, США, были проведены испытания исследовательской установки Climax. (Предоставлено: министерство энергетики США)

Г-н Фаттах и г-н Хлебников являются сотрудниками Департамента гарантий МАГАТЭ.

* Озабоченность в отношении программы захоронения отработавшего топлива с точки зрения международных гарантий", К.К.С. Пиллей, материалы 29-го ежегодного совещания Института проблем обращения с ядерными материалами (июнь 1988 г.) и „Захоронение отработавшего топлива – аспекты гарантий”, Г. Стайн, Р. Уэх, Р. Рэндл и Р. Герстлер, *ESARDA Bulletin*, № 12 (апрель 1987 г.).

тать требования и методологию применения гарантий к подземным хранилищам, используемым для захоронения отработавшего топлива в геологических формациях, и выработать политику применения гарантий до начала эксплуатации таких хранилищ.

Проблема освобождения от гарантий

Основная проблема, связанная с захоронением отработавшего топлива, заключается в ответе на вопрос: возможно ли создание условий, позволяющих освободить материал от действия гарантий, или такие гарантии должны применяться в течение неопределенно длительного периода времени*. Исходя из предписанных требований, действие гарантий может быть прекращено, если Агентство придет к выводу, что материал использовался или был разбавлен таким образом, что его дальнейшее использование в ядерной деятельности или практическое извлечение невозможно.

Было предложено более точно определить технические критерии, основанные на таких характеристиках, как „использованное“, „разбавленное“ или „практически неизвлекаемое“, в соответствии с которыми отработавшее топливо можно считать изъятым из ядерного топливного цикла. Отработавшее топливо, находящееся в любой форме в хранилище на реакторной площадке или в AFR, не отвечает критерию „практически неизвлекаемое“. Отработавшее топливо, помещенное в промежуточное хранилище или хранилище с возможностью его последующего извлечения, остается доступным, а содержащийся в нем ядерный материал – извлекаемым.

Не прояснилась и ситуация с подземными хранилищами для захоронения отработавшего топлива с точки зрения геологических формаций и инженерных конструкций удержания отходов. Основной целью захоронения отработавшего топлива в подземных хранилищах является его изоляция от биосферы и предотвращение доступа человека.

Существует точка зрения, что отработавшее топливо, захороненное в геологических формациях, становится практически неизвлекаемым, т.к. к нему нет доступа. Однако, возможно, это не совсем так. Различные химические элементы, содержащиеся в отработавшем топливе, гораздо легче поддаются извлечению после длительного хранения топлива, т.к. уровень его радиоактивности через несколько десятков лет резко снижается; таким образом появляется возможность извлекать плутоний.

В будущем отработавшее топливо может стать уникальным источником некоторых химических элементов, используемых в повседневной жизни. Родий, например, используется в качестве легирующей добавки для производства стали, обладающей высокой коррозионной стойкостью. Следовательно, в подземных хранилищах, расположен-

ных в геологических формациях, будут содержаться большие количества плутония и других потенциально ценных элементов.

Изменения в институциональных и социальных системах могут стимулировать извлечение отработавшего топлива в целях производства электроэнергии или в качестве источника других минералов. Возможность извлечения ядерного материала существует даже после закрытия подземного хранилища в геологической формации, поэтому любое государство в любое время может его оттуда извлечь. Для размещения и извлечения топлива из подземного хранилища требуется одна и та же технология и практические навыки. Если государство захочет переключить ядерный материал, содержащийся в отработавшем топливе, помещенном в подземное хранилище, то в таком случае возможностей сделать этот материал неизвлекаемым не существует.

С этой точки зрения перед нами встает фундаментальный вопрос: в течение какого времени следует применять гарантии к отработавшему топливу? Одна из возможностей заключается в применении гарантий в течение длительного времени даже после снятия подземного хранилища с эксплуатации. Эту точку зрения не поддерживают другие ученые, которые считают предложения о применении гарантий *ad infinitum* практически неосуществимыми.

Разработка политики применения гарантий к отработавшему топливу

Учитывая различные технические, социальные и политические проблемы, МАГАТЭ выступило с инициативой разработки на основе международного консенсуса будущей политики применения гарантий к отработавшему топливу, захороненному в подземных хранилищах, расположенных в глубоких геологических формациях. В совещании консультативной группы по гарантиям, связанным с окончательным захоронением ядерного материала, содержащегося в отходах и отработавшем топливе, которое проходило в центральных учреждениях МАГАТЭ в сентябре 1988 г., приняли участие 43 представителя из 17 государств-участников и Евратома*. На совещании широко обсуждался основной вопрос: может ли простое размещение отработавшего топлива в подземном хранилище в геологической формации или некоторые дополнительные характеристики такого хранилища, или степень и метод кондиционирования сделать отработавшее топливо практически неизвлекаемым? Рекомендации, выработанные на этом совещании, должны стать определяющими при разработке политики применения гарантий к отработавшему ядерному топливу, помещенному в подземное хранилище в глубокой геологической формации. Эти рекомендации излагаются ниже.

● Отработавшее топливо нельзя квалифицировать как практически неизвлекаемое в любое вре-

* Критерии прекращения действия гарантий изложены в параграфе 26(с) документа МАГАТЭ INFCIRC /66/ Rev. 1 и в параграфе 11 документа INFCIRC/153.

* „Совещание консультативной группы по гарантиям, связанным с окончательным захоронением ядерного материала, содержащегося в отходах и отработавшем топливе“, отчет STR-243 (Rev. 1), Вена (1988 г.).

мя до или после его захоронения в подземном хранилище в глубокой геологической формации или даже после закрытия такого хранилища, поэтому МАГАТЭ следует продолжать применение гарантий к отработавшему топливу.

- На этапах, связанных с нахождением топлива в реакторе или АФР, вплоть до момента его кондиционирования, ядерный материал мог бы находиться под гарантиями при внесении необходимых изменений в существующие методы гарантий.

- Процесс, начинающийся с кондиционирования топлива и заканчивающийся его захоронением в подземном хранилище, приводит к возникновению новых проблем с точки зрения гарантий. Это связано с возможной разработкой и уменьшением объема топливных сборок, их размещением в контейнер для захоронения и установкой контейнеров в подземное хранилище. Все это потребует расширенного применения систем сохранения и наблюдения (С/Н), а также других систем мониторинга. Если система гарантий не сможет обеспечить требуемый доверительный уровень, то в инвентарные количества путем повторных измерений. Для создания большого числа разнообразных систем С/Н и мониторинга научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы нужно начинать после определения приоритетов на основе необходимых системных исследований. В целях оказания содействия применению мер С/Н консультации между государством-проектировщиком и Агентством должны начинаться на самом раннем этапе.

- Отработавшее топливо можно считать фактически недоступным для физической проверки после заполнения определенной части или горизонтальных штреков в действующем подземном хранилище материалом-заполнителем, а также завершения всех операций в подземном хранилище и его закрытия.

- Перед тем как приступить к применению гарантий к закрытому хранилищу необходимо решить некоторые технические и юридические проблемы.

Агентство должно разработать подход к применению гарантий к таким хранилищам как на стадии их эксплуатации, так и после закрытия, а также к связанным с ними установкам по кондиционированию топлива до их пуска в эксплуатацию.

Статус гарантий, применяемых к отработавшему топливу

Основной подход Агентства к применению гарантий к реакторным ТВС заключается в их поштучном учете. В его основе лежит принцип, согласно которому целостность отдельных учетных единиц можно считать гарантированной, когда постороннее вмешательство настолько затруднено, что его можно рассматривать как маловероятное, или когда применяются меры гарантий по проверке или подтверждению их целостности. Содержание ядерного материала определяется на основе данных измерений при изготовлении топлива, корректируемых путем расчета ядерных потерь и производства в процессе облучения. Предполагается, что за изменениями в содержании ядерного материала можно проследить при условии сохранения целостности учетной единицы.

Успешное применение поштучного учета в качестве подхода к гарантиям в сильной степени зависит от возможности Агентства принять меры, которые обеспечивают приемлемый уровень достоверности непрерывного сохранения целостности учетных единиц. Меры гарантий включают в себя применение комбинации устройств С/Н, которые обеспечивают требуемый уровень достоверности сохранения целостности топлива, а также мониторинга отправлений и передач топлива. Последнее технологические разработки, а именно, возрастающая степень замены топливных элементов и расширение мощностей реакторных бассейнов выдержки с использованием стеллажей для высокоплотного хранения ТВС, уплотнение топливных элементов и специальных корзин или многокачественных канистр для размещения все возрастающего количества отработавших ТВС, еще больше осложнили поштучный учет. С помощью современных методов нельзя проверить загрузку облученных топливных элементов в транспортные контейнеры, разборку или изъятие отдельных отработавших твэлов.

Данные проблемы поставили под сомнение адекватность мер гарантий, основанных на поштучном учете. В последнее время все более пристальное внимание уделяется альтернативному способу проверки целостности с помощью методов неразрушающего анализа (НРА). Необходимо, однако, отметить, что применение мер С/Н в целях подтверждения целостности или использования неразрушающих методов анализа для повторной проверки целостности связано с целым рядом практических трудностей.

Аналогичные проблемы возникли и в отношении применения гарантий к отдельным мокрым и сухим хранилищам. Мощность мокрых хранилищ, конструктивные особенности и продолжительное время хранения создают новые проблемы, т.к. все это резко ограничивает перспективы проверки. И, наконец, даже при наличии возможности проверки с помощью методов НРА, такая проверка в силу большого количества отработавших элементов потребует чрезвычайно больших временных затрат.

Отработавшее топливо, хранимое в специальных канистрах, вызывает серьезные проблемы даже с точки зрения поштучного учета и идентификации. Недоступность отработавших ТВС делает невозможным проведение прямой периодической проверки. В настоящее время в качестве альтернативы мокрому хранилищу разработана технология сухого хранения отработавшего топлива. Проверку содержимого каждого транспортного контейнера можно осуществлять лишь во время его загрузки. Непрерывность получения информации о недоступном топливе, хранимом в таких контейнерах, можно обеспечить только с помощью мер С/Н. Как правило, в таких сухих хранилищах не предусмотрено открывание контейнеров, поэтому инвентарное количество можно проверить только на установке по перегрузке топлива. Проверка в целях гарантий основывается на научном учете и идентификации контейнеров, использовании печатей и мер сохранения и наблюдения.

Рассматривая эту проблему, необходимо исходить из предположения, что топливо будет поступать на подготовительные установки или в подземное хранилище в целостности и сохранности, однако здесь возникает вопрос: а так ли это на самом

деле? Если переключение произошло и не было обнаружено в момент захоронения, то, вероятно, оно никогда не будет обнаружено, т.к. Агентству может никогда не представиться возможность провести такую проверку.

Применение гарантий к подземным хранилищам в геологических формациях

Облученное топливо проходит через несколько подготовительных этапов до его захоронения в подземном хранилище. На каждом из этих этапов возникают свои специфические проблемы в области гарантий, которые необходимо решить, чтобы добиться требуемого уровня достоверности отсутствия переключения ядерного материала.

Установка по кондиционированию. Захоронение отработавшего топлива можно осуществлять только в соответствии с критериями, устанавливаемыми государством. Такие критерии подразумевают иммобилизацию или кондиционирование ТВС на установках по кондиционированию, расположенных на данной площадке или в другом месте.*

Такие операции проводятся, как правило, в сухой среде. После доставки отработавших ТВС на установку по кондиционированию их помещают в горячую камеру и разбирают. После этого разобранные компоненты устанавливаются в контейнеры, которые отвечают требованиям, предъявляемым к окончательному захоронению. В некоторых случаях может возникнуть необходимость в разделении компонентов на более мелкие куски. Особую озабоченность здесь вызывает необходимость обеспечения гарантий сохранения целостности ТВС в момент прибытия на установку по кондиционированию. Основное влияние на осуществление гарантий оказывает невозможность идентификации ТВС как дискретной учетной единицы. Операции по обращению с материалом, в результате которых изменяется содержание отработавшего топлива, должны сопровождаться мерами по проверке содержания ядерного материала. Эффективность гарантий зависит от методов учета в целях проверки содержания и состава материала, предназначенного для окончательного захоронения.

Необходимо разработать процедуры, гарантирующие учет всех облученных топливных компонентов и проверку точности заявки всего ядерного материала, помещенного в подземное хранилище. Кроме того, должны быть разработаны дополнительные положения, которые позволяют инспекторам МАГАТЭ проверять соответствие ядерного материала, доставленного в подземное хранилище, заявке оператора. Могут понадобиться новые методы измерений и наблюдения.

Действующее подземное хранилище. Как ожидается, подземное хранилище, расположенное в глубокой геологической формации, будет представлять собой шахту и состоять из подземных тун-

нелей и полостей для захоронения топлива, оборудованных в глубоких геологических формациях.* На поверхности земли строятся различные вспомогательные установки. Доступ к полостям для захоронения топлива осуществляется через шахтные горизонтальные стволы. Для обеспечения оптимальной работы хранилища предусматриваются, по крайней мере, три типа шахтных стволов: для транспортировки контейнеров и персонала, приточный вентиляционный и вытяжной вентиляционный. Подземные системы такого хранилища могут проектироваться с учетом возможности создания новых полостей, получения и транспортировки отработавшего топлива, установки контейнеров в полости и их засыпки материалом-заполнителем. Горно-проходческие работы можно выполнять непрерывно. После выемки породы и создания полостей подземные и загрузочные стволы остаются открытыми. Отработавшее топливо будет поступать в хранилище с установок по кондиционированию в контейнерах, пригодных для окончательного захоронения в наземных хранилищах. Контейнеры будут опускаться через ствол до горизонта захоронения, транспортироваться в полость и устанавливаться в загрузочном стволе. Ожидается, что все операции будут дистанционно управляемыми. После установки контейнера в хранилище свободное пространство будет засыпаться материалом-заполнителем, обладающим низкой проницаемостью.

После заполнения хранилища до проектного уровня и засыпки свободного пространства стволов материалом-заполнителем будут засыпаться все туннели и выработки шахты в порядке подготовки ее к окончательному закрытию. Все шахтные стволы будут герметично закрываться, чтобы восстановить целостность формации и привести ее в аналогичное прежнему состоянию.

Важными аспектами применения гарантий к подземному хранилищу являются идентификация отдельных контейнеров, устанавливаемых в хранилище, сопровождение контейнеров до места окончательного захоронения, а также контроль за их нахождением в полости до момента засыпки горизонтального штрека и закрытия подземного хранилища.

В настоящее время нет действующих подземных хранилищ отработавшего топлива, и маловероятно, что они появятся в ближайшем будущем. Некоторые государства рассматривают сейчас возможность строительства подземных хранилищ для окончательного захоронения отработавшего топлива в начале следующего века. Одновременно с этим многие страны ведут интенсивные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию окончательной конструкции такого хранили-

*„Окончательное захоронение отработавшего топлива — аспекты гарантий”, Г. Стайн, Р. Уэх, Р. Рэндл и Р. Герстлер, *ESARDA Bulletin*, № 12 (апрель 1987 г.).

*„Проблемы и их возможные решения, связанные с применением гарантий к захоронению отработавшего ядерного топлива и отходов ядерного топливного цикла в глубоких подземных хранилищах”, Р.Х. Смит и Д.В. Янг, материалы 28-го ежегодного совещания Института по проблемам обращения с ядерными материалами (1987 г.). См. также *Обращение и захоронение отходов*, Заключительный отчет рабочей группы 7 INFCE на первой пленарной конференции Международной оценки ядерного топливного цикла (INFCE), Вена, 27–29 ноября 1978 г., МАГАТЭ, STI/PUB/534, Вена (1980 г.).

ща. Очень важно как можно раньше прийти к международному соглашению по мерам гарантий, применяемых к таким хранилищам.

Закрытое подземное хранилище. Применение гарантий после закрытия подземного хранилища, вероятно, будет основываться на использовании мер С/Н. Целью мер гарантий должно быть подтверждение отсутствия нарушений в условиях сохранения, обеспечиваемых геологической матрицей, в которой размещается подземное хранилище. Может потребоваться проведение периодических инспекций по проверке состояния открытых для доступа устройств, указывающих на постороннее вмешательство, и регистрирующего оборудования. Кроме того, может возникнуть необходимость в визуальном осмотре территории вокруг площадки подземного хранилища в целях проверки отсутствия горно-проходческих работ.

Ожидается, что подземные хранилища не будут располагаться в тектонически активных районах. Маловероятно, что загрузка до проектного уровня, засыпка и герметичное закрытие подземных хранилищ начнется раньше середины следующего столетия. Характер требований, которые будут предъявляться к гарантиям в то время, предсказать невозможно.

Возможные альтернативные подходы к применению гарантий

Целью международных гарантий является подтверждение отсутствия переключения значимых количеств ядерного материала из мирной деятельности на производство ядерного оружия или в каких-либо неизвестных целях. Вопрос окончательного захоронения отработавшего топлива требует рассмотрения и анализа возможных мер гарантий. Осуществить учет ядерных материалов, являющихся в настоящее время мерой гарантий первостепенной важности, будет просто невозможно. В силу того, что отработавшее топливо будет считаться недоступным, нельзя будет проводить и проверку фактически наличного количества материала.

Однако в настоящее время при проведении инспекций не исключается „использование других объективных методов, демонстрация которых доказала их техническую осуществимость“, например, использование мер сохранения и наблюдения.* Применение таких „объективных методов“ может внести свой вклад в разработку подхода к применению гарантий к отработавшему топливу, помещенному в подземные хранилища в глубоких геологических формациях.

Применение гарантий к труднодоступным ядерным материалам. Существующая в настоящее время методология применения гарантий к облученному топливу, находящемуся на длительном хранении в труднодоступном районе, основывается на модифицированной системе С/Н, детально изло-

женной в документе INFCIRC/153*. Данную концепцию можно применять в отношении топлива, помещенного в дискретные контейнеры, которые после этого завариваются или снабжаются специальным запорным механизмом и которые трудно открыть для проведения проверки, и/или в тех случаях, когда среднее время, требующееся для доставки учетных единиц на ближайшую удобную измерительную станцию, превышает 4 часа при условии применения обычного оборудования по обращению с топливом и обычных эксплуатационных процедур. До размещения топлива в труднодоступных хранилищах должны быть выполнены обычные требования, предъявляемые к проверке учета материалов, в целях выявления крупных или частичных дефектов.

Цель гарантий заключается в получении непрерывной информации об успешном использовании спаренных устройств С/Н, работающих в автономном и дублирующем режимах и основывающихся на различных физических принципах. Для каждого пути переключения нужно получить, по крайней мере, два положительных окончательных результата и никаких отрицательных окончательных результатов. В случае выполнения этих условий и успешной постановки топлива под контроль мер С/Н можно отказаться от проверки инвентарных количеств ядерного материала с помощью мер учета. Однако будет необходимо проводить с соответствующей частотой повторную проверку конструктивных характеристик, чтобы подтвердить отсутствие каких-либо изменений в условиях, затрудняющих доступ к топливу.

Система С/Н, используемая на труднодоступных установках, должна обладать чрезвычайной степенью надежности, кроме того, должен быть обеспечен высокий уровень достоверности предоставленной информации. Любой сигнал потребует принятия соответствующих ответных мер. В случае отказа системы С/Н, даже если это касается отработавшего топлива, хранимого на реакторе, выполнение требования о проведении повторной проверки инвентарного количества ядерного материала будет связано с большими усилиями, которые потребуются для получения доступа, и может рассматриваться как слишком обременительное для оператора установки. Анализ причин возникновения сигнала представляет собой крупную проблему, а проведение повторной проверки в конечном счете может и не дать окончательных результатов, подтверждающих отсутствие переключения.

Важным элементом, обуславливающим успешную реализацию данного подхода, является конструкция надежных систем С/Н, которые должны генерировать положительные результаты. Конструкционные спецификации системы С/Н должны соответствовать принципам, сформулированным Постоянной консультативной группой по применению гарантий (SAGSI), т.е. при наличии системы С/Н, обеспечивающей достаточные гарантии от фальсификации и вмешательства в работу благодаря использованию

* „Структура и содержание соглашений между Агентством и государствами, требуемых в связи с Договором о нераспространении ядерного оружия“, INFCIRC/153 (Corrected), Вена (июнь 1972 г.).

* Серия публикаций по политике в области гарантий, № 11, Справочный материал по гарантиям для проведения переговоров, консультаций и дискуссий, МАГАТЭ, Вена (1988 г.).

любых реалистических мер, отпадает необходимость в проведении повторных измерений материала, поставленного под контроль такой системы С/Н.* Подобная система должна состоять из устройств, работающих в дублирующем и автономном режимах, в основе которых лежат различные физические принципы и которые отвечают достаточно высоким стандартам целостности и рабочих характеристик, подлинность которых можно установить. Приемлемость С/Н означает, что система С/Н приемлема как средство представления непрерывной информации в течение определенного периода времени и на достоверном уровне, сравнимом с теми, что были достигнуты во время предыдущей проверки наличия материала.

Ожидается, что разработка, оценка и выбор оборудования С/Н в целях гарантий будет повторяющимся процессом. При создании систем С/Н должны выполняться такие функциональные требования, как количественные и качественные конструкционные характеристики, охватывающие надежность, доступность, сопротивляемость и уязвимость с точки зрения постороннего вмешательства, вероятность ложного сигнала, вероятность обнаружения, возможность установления подлинности, а также другие требования. Конструкционные характеристики (т.е. пакет требований, которым должна отвечать система С/Н) будут устанавливаться на основе этих функциональных требований. Агентство, национальные организации, отвечающие за гарантии и разработку оборудования для гарантий, и операторы ядерных установок должны принимать участие в разработке, оценке и периодическом анализе функциональных требований и конструкционных характеристик.

Базовую концепцию труднодоступных инвентарных количеств можно экстраполировать и включить в нее подземные хранилища в глубоких формациях, принимая во внимание их конструкции и физические характеристики. Ожидается, что вышеупомянутые соображения, а также правильно сконструированные многочисленные системы С/Н и другие меры будут играть особенно важную роль в применении гарантий к отработавшему топливу, захороненному в подземных хранилищах в геологических формациях.

Заключение

И, в заключение, планируемое захоронение облученного топлива в подземных хранилищах, расположенных в глубоких геологических формациях, требует фундаментального системного анализа альтернативных возможностей гарантий как основы для определения необходимых программ научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на изучение конкретных мер и концепции гарантий. Данный анализ должен включать в себя оценку информации о конструкциях подземных хранилищ отработавшего топлива, свя-

занных с гарантиями. Целью такого анализа и оценки должны быть идентификация и изучение характеристик, которые могут внести свой вклад в усовершенствование гарантий; поиск альтернативных возможностей гарантий с точки зрения технической осуществимости, потенциальной эффективности, затрат, вмешательства и т.д. в целях повышения эффективности осуществления гарантий МАГАТЭ, а также определение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которые необходимо выполнить. В свете этих требований Агентство выступило с инициативой обсуждения возможности международных усилий в рамках программ поддержки гарантий государств-членов.

Шведская установка CLAB по хранению отработавшего топлива. Опускание контейнера на дно хранилища (Предоставлено: SKB)



* „Рабочие характеристики системы сохранения и наблюдения, Департамент гарантий, МАГАТЭ, Вена (неопубликованный материал) и отчет для Генерального директора на 23-й сессии Постоянной консультативной группы по применению гарантий (SAGSI), 15–17 мая 1987 г., Вена (август 1987 г.).“