

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНЫХ БОЕГОЛОВОК И ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

*(Специальный раздел)*

Помещенный в этом выпуске специальный раздел посвящен обсуждению связи проблем безопасности ядерных боеприпасов и ограничения ядерных испытаний. Раздел состоит из трех частей. В первой, вводной, части Фрэнк фон Хиппель, профессор Принстонского университета, обсуждает общее состояние проблемы и объясняет причины повышенного интереса к проблеме безопасности американских ядерных боеприпасов. Вторая часть представляет собой выдержки из отчета рабочей группы по безопасности ядерного оружия, представленного в комиссию по вооруженным силам палаты представителей Конгресса США. И, наконец, третья часть специального раздела содержит перепечатку письма сотрудника Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса Рэя Киддера председателю комиссии по международным отношениям палаты представителей Д.Б. Фасцеллу, в котором обсуждаются требования к испытаниям ядерного оружия, необходимым для повышения безопасности ядерного оружия.

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНЫХ БОЕГОЛОВОК И ПОЛНЫЙ ЗАПРЕТ НА ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

*Фрэнк фон Хиппель*

В течение 1990 года с завершением холодной войны безопасность ядерных боеголовок стала основным аргументом американских лабораторий, проектирующих ядерное оружие, против полного запрета на ядерные испытания. Это смещение акцентов знаменует третий (и как мы надеемся, последний) этап таких дебатов.

Начиная примерно с 1961 года и до 1978 года, главный аргумент против полного запрещения испытаний связывался с теоретической возможностью того, что СССР на основе так называемого "декаплинг-эффекта" смог бы при взрывах небольшой мощности в огромных подземных полостях так уменьшить соответствующие сейсмические сигналы, что их было бы трудно отделить от фоновых событий<sup>1</sup>. Было высказано много сомнений в способности верифицировать полное запрещение ядерных испытаний, что привело к заключению Договора 1963 года о частичном запрещении испытаний, который не затрагивал подземных испытаний.

В 1978 году, после того, как администрация Картера, решившая покончить с верификационными трудностями с учетом явно положительного отношения СССР к этой проблеме, возобновила переговоры по полному запрещению испытаний, главным аргументом против запрета на испытания стало

поддержание надежности боеголовок без соответствующих проверок<sup>2</sup>. Было множество возражений со стороны бывших разработчиков ядерного оружия - самые подробные содержатся в докладе 1987 года, подготовленного по требованию председателей комитетов по вооружениям и иностранным делам палаты представителей и других членов конгресса физиком из Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса Реем Киддером - специалистом по ядерному оружию<sup>3</sup>. Но прогресс в вопросе о полном запрете на испытания был перенесен на следующее десятилетие.

Весной 1990 года проблема безопасности ядерных боеголовок возникла перед публикой в результате рекомендаций американских военных лабораторий не помещать на бомбардировщики, находящиеся на боевом дежурстве, ударные ракеты СРЭМ-А малой дальности, а также срочно провести модификацию размещенных в Европе артиллерийских ядерных снарядов, связанную с повышением их безопасности<sup>4</sup>. В ответ на это комитет по вооружениям палаты представителей организовал свою собственную экспертную группу из трех крупных физиков. Это были Сидней Дрелл из Стэнфорда, который долгое время являлся высокопоставленным правительственным советником по

техническим вопросам и проблемам, связанным с национальной безопасностью; Джон Фостер (младший) - бывший директор Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса, а также Чарльз Таунс из Калифорнийского университета в Беркли, также долгое время бывший высокопоставленным правительственным советником по стратегическим вооружениям при администрации Рейгана. Группу возглавил Дрелл. Группа предоставила свой доклад в декабре 1990 года. Отрывки из него публикуются ниже<sup>5</sup>.

Председатель комитета по иностранным делам палаты представителей и другие члены конгресса, поддерживающие полное запрещение ядерных испытаний, снова обратились к Рею Киддеру за разъяснениями, в какой мере опасения относительно безопасности повлияют на необходимость ядерных испытаний. Киддер представил 10 сентября 1990 года предварительные оценки, которые также приводятся ниже<sup>6</sup>. Сейчас Киддер занят более детальным исследованием в ответ на запрос группы членов конгресса.

Два доклада в чем-то различаются, поскольку они были ориентированы на разные проблемы. Так, группе Дрелла было предложено дать рекомендации по безопасности боеголовок, а Киддера попросили дать рекомендации о требованиях к испытаниям, связанных с вопросами безопасности. По этой причине заключение Киддера по требованиям к испытаниям оказалось определенным: "умеренное число ядерных испытаний для тех образцов оружия, которые в настоящее время находятся в стадии разработки", в то время как выводы доклада Дрелла относительно испытаний приходится выцеживать из текста. Для тех, кто призывает к полному запрету на ядерные испытания к 1995 году<sup>7</sup>, наиболее опасными выводами доклада Дрелла служат его рекомендации об "энергичном изучении совершенно новых конструкций, оптимизированных на безопасность". В одном из примеров такой конструкции, приведенном в докладе, плутониевый взрыватель боеголовки должен помещаться во взрывобезопасный контейнер, отделенный от системы имплозии на основе химической взрывчатки практически до тех пор, пока боеголовка не приблизится к цели. Однако в докладе Киддера содержится предостережение, что разработка таких боеголовок окажется "крупным и затяжным делом, требующим очень большого числа испытаний", а затем следует вывод: "экономические аспекты такого предприятия вызывают много вопросов как из-за той платы, что придется потратить на усовершенствования, так и благодаря резконеблагоприятным последствиям для контроля за ядерным

оружием".

В докладе группы Дрелла не обсуждаются последствия его рекомендаций для контроля над вооружениями. Похоже, что движущей силой при подготовке этого доклада больше служило другое опасение - "политические последствия" катастрофы с ядерной боеголовкой, приводящей к плутониевому заражению. Группа совершенно очевидно опасалась, что несчастный случай с заражением местности плутонием может послужить спусковым механизмом для отказа общественности от политики ядерного сдерживания аналогично тому, как в 70-е и 80-е годы возникло непринятие ядерной энергии.

Поэтому на суждения обоих докладов о том, где же лежат границы достаточной безопасности, в значительной мере повлияли как политические, так и технические соображения.

Если отвлечься от расхождений по поводу оценок "конструкций с оптимизированной безопасностью", то похоже, что между Киддером и группой Дрелла мало разногласий по проблемам безопасности существующего арсенала или ближайших улучшений, которые можно сделать для смягчения этих проблем.

Каковы же опасения, относящиеся к авариям ядерных боеголовок? В порядке уменьшающейся важности они таковы: возможность ядерного взрыва со значительной мощностью; возможность рассеивания на большой площади значительной части плутония из боеголовки в виде аэрозоля, частицы которого могут попасть в органы дыхания, в результате случайной детонации химической взрывчатки<sup>8</sup>; возможность заражения относительно небольшой площади содержащей плутоний золой в результате пожара, разрушившего боеголовку без всякого взрыва.

При аварии может произойти ядерный взрыв, если будут запущены электрические системы боеголовки, приводящие ее в боевое состояние и к подрыву взрывчатки. Оба доклада приходят к общему выводу, что для защиты от такой возможности электрические системы на старых американских боеголовках следует довести до современных стандартов. Киддер добавляет, что это процедура не потребует ядерных испытаний.

Начиная с 1968 года, существовало точно выраженное требование к конструкциям американского ядерного оружия - не должно быть заметного ядерного выхода при детонации механизма имплозии в одной точке в результате удара или загорания. Однако в открытой части доклада группы Дрелла содержится намек, что в результате недавно проведенных трехмерных гидродинамиче-

ских и нейтронных расчетов на супер-ЭВМ обнаружилось следующее: не все американские ядерные боеголовки удовлетворяют этому "одноточечному" критерию безопасности. В докладе Киддера указывается, что возникает проблема с ядерными артиллерийскими снарядами. Из-за малого их диаметра и других ограничений для ядерных артиллерийских снарядов гораздо труднее по сравнению с другими боеголовками добиться эффективной имплозии, в результате чего несжатая сердцевина из делящегося вещества ближе к сверхкритическому состоянию.

Однако Киддер отмечает, что те боеголовки, относительно ядерной безопасности которых существуют опасения, могут быть превращены в безопасные путем "механического предохранения". Примером такого предохранения может служить заполнение пустого пространства внутри плутониевой оболочки длинной проволокой из вещества, хорошо поглощающего нейтроны, с последующим механическим выдергиванием этой проволоки незадолго до того, как боеголовка достигнет цели. Киддер указывает также, что с учетом воссоединения Германии и ликвидации Варшавского пакта можно ожидать скорого помещения американских ядерных артиллерийских снарядов на надежное хранение.

Проблема рассеивания плутония при случайной детонации химической взрывчатки решается в самых современных ядерных боеголовках путем использования "нечувствительной взрывчатки" (НЧВВ) для механизма имплозии. Однако группа Дрелла отмечает, что к началу 1990 года только 25 % американского ядерного арсенала были оснащены НЧВВ. Киддер указывает, что за исключением боеголовок на МБР "Минитмен" и на БРПЛ все остальные не содержащие НЧВВ боеголовки США, как ожидается, подлежат снятию с вооружения. Он отмечает также, что окажется возможным заменить существующими типами боеголовок, уже оснащенными НЧВВ, те ядерные боеголовки на ракетах, которые ею не оснащены. Если военные потребуют, то вероятно можно также будет сконструировать и испытать до 1995 г. боеголовки, содержащие НЧВВ, на замену со слегка большей мощностью.

Оба доклада приходят к общему выводу, что наибольшая опасность катастрофы с рассеиванием плутония возникнет в результате поломки самолета или пожара на нем. Действительно, два единственных инцидента с американскими боеголовками, которые привели к рассеиванию содержавшегося в них плутония, произошли в результате аварий на бомбардировщиках B-52, несших

ядерное оружие, в 1966 и 1968 годах. С тех пор ВВС США больше не поднимали в воздух самолетов с ядерным грузом. Однако группа Дрелла отмечает, что министерство обороны США (в отличие от министерства энергетики) продолжает регулярно перевозить по воздуху ядерное оружие, не оснащенное НЧВВ. Киддер настаивает на том, чтобы запретить в мирное время любую перевозку ядерного оружия по воздуху и не располагать находящиеся на боевом дежурстве самолеты с ядерными боеголовками вблизи действующих взлетно-посадочных полос.

Последним по опасности серьезным потенциальным последствием аварии ядерной боеголовки станет случай локального заражения плутонием в результате сгорания боеголовки без взрыва. Как указывается в докладе группы Дрелла, в отличие от аварии взрывного типа с рассеиванием плутония, при которой создается опасность вдыхания плутония на площади в сотни кв. км., область заражения от пожара будет иметь площадь порядка одного кв. км, а большая часть частиц, содержащих плутоний, будет слишком велика по размеру, чтобы попасть в органы дыхания.

Как отмечает группа Дрелла, некоторые из современных боеголовок содержат "огнеупорные камеры", предназначенные для сохранения расплавленного плутония в течение длительного (порядка нескольких часов) горения самолетного топлива. Группа рекомендует, чтобы все помещаемые на самолеты боеголовки имели такое оборудование. В докладе Киддера по этому вопросу ничего нет. Боеголовка для новой ракеты малой дальности СРЭМ-II, которую собираются устанавливать на американских стратегических бомбардировщиках, имеет огнеупорную камеру. Однако если вскоре было бы принято решение о разработке и испытании к 1995 г. таких устройств для других типов ядерного оружия, устанавливаемых на самолетах, его по-видимому можно было бы выполнить.

Поэтому вопрос о том, отложат ли проблемы безопасности боеголовок полное запрещение ядерных испытаний на срок после 1995 года, зависит от того, будет ли необходимым перейти от хорошо понимаемых технических дилемм типа улучшенных электрических систем, НЧВВ и огнеупорных камер к новым "устройствам с оптимизированной безопасностью", куда будут привлечены военные лаборатории, чтобы опять начать дело с чистого листа бумаги. Киддер не считает это необходимым. Группа Дрелла не столь уверена. Как кажется, источник расхождения связан с тем, что Киддер считает полное запрещение ядерных испытаний

важной целью политики контроля над вооружениями, а группа Дрелла прямо не обращается к этому вопросу. Однако в конечном итоге это политическое решение, так что американский конгресс и советское правительство должны быть готовы разрешить эту проблему без чрезмерного промедления.

#### ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. A.L. Latter, E.A. Martinelli, J. Mathews and W.G. McMilan, "A Method of Concealing Underground Nuclear Explosions," *Journal of Geophysical Research* 66 (1961), pp.943 - 946.
2. Effects of Comprehensive Test Ban Treaty on US National Security Interests, Слушания в подкомитете по разведке и военным приложениям ядерной энергии комитета по вооружениям палаты представителей США (Washington DC: US Government Printing Office, 1978).
3. Ray.E. Kidder, Maintaining the US Stockpile of Nuclear Weapons During a Low-Threshold or Comprehensive Test Ban, Lawrence Livermore Laboratory Report, CRL-53820, unclassified version, 1987.
4. Department of Defense Authorization for Appropriations for Fiscal Year 1991, Слушания в сенатском комитете по вооружениям 23 мая 1990 года, стр. 219 - 279.
5. Nuclear Weapons Safety, Report of the Panel on Nuclear Weapons Safety of the US House Committee on Armed Services (Washington DC: US Government Printing Office, 1990).
6. Ray.E. Kidder, Assessment of the Safety of US Nuclear Weapons & Related Nuclear Test Requirements, 10 September 1990.
7. См., например, "Toward a Comprehensive Nuclear Warhead Test Ban", (Washington DC: International Foundation, 1991).
8. Смотрите, например, статью С. Феттера и Ф. фон Хиппеля "Опасность рассеивания плутония при авариях с ядерными боеголовками", "Наука и всеобщая безопасность", т.2, No.1 (1992), стр. 12-26.

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНЫХ БОЕГОЛОВОК

Ниже приведены выдержки из доклада группы по безопасности ядерных боеголовок при комитете по вооружениям палаты представителей США (декабрь 1990 г.). Членами группы были Сидней Д. Дрелл (председатель), Джон С. Фостер (младший) и Чарльз Х. Таунс.

Возникшие недавно опасения по поводу безопасности некоторых систем ядерного оружия, находящихся в арсенале США, побудили правительство к принятию неотложных мер для уменьшения риска непреднамеренной, случайной детонации, которая могла бы привести к рассеиванию в окружающую среду потенциально опасного количества плутония или даже вызвать ядерный взрыв. В число этих мер входят временное снятие атакующих ракет типа "воздух-земля" малой дальности (СРЭМ-А) с бомбардировщиков стратегического авиационного командования, находящихся на боевом дежурстве, и модификация нескольких типов артиллерийских ядерных снарядов, размещенных в войсках США. Кроме того министерства обороны и энергетики, несущие совместную ответственность за эффективность американского ядерного арсенала (то-есть, за его безопасность, надежность и проверку), начали широкие исследования, направленные на проблемы безопасности.

Сейчас очень важно и своевременно предпринять обзор безопасности ядерных

вооружений по причинам, выходящим за рамки сиюминутных забот о некоторых конкретных типах оружия. В то время, как мы вступаем в последнее десятилетие 20-го века, мир находится в самой гуще глубоких и действительно революционных изменений стратегических, политических и военных аспектов проблемы международной безопасности. Эти перемены наряду с продолжающимся быстрым ростом технического прогресса создают совершенно новое окружение для изменения развития наших ядерных сил в будущем. Похоже, что в будущем ядерно-военный комплекс США преобразуется в новые формы, может быть, меньшие и не столь разнообразные, при сокращении текущих затрат, но с более серьезными требованиями к безопасности и контролю.

В этом докладе предлагаются организационные инициативы, чтобы усилить процесс доказательства безопасности и сделать его более полно объяснимым. Указываются приоритеты задач для увеличения безопасности в соответствии с современными стандартами. Подчеркнута важность развития

банка данных и проведения достоверных анализов безопасности, чтобы способствовать выбору конструкций оружия. Подтверждается также важность энергичных усилий в рамках НИОКР в военных лабораториях министерства энергетики, направленных на поиски новых технологий, которые могли бы привести к значительным продвижениям в области конструкций с оптимизированной безопасностью...

Поскольку последствия аварий ядерных вооружений потенциально настолько пагубны как с физической, так и с политической точек зрения, приложены серьезные усилия для защиты систем ядерного оружия от детонации или рассеивания опасных радиоактивных веществ, если такие системы находятся в ненормальных окружающих условиях, связанных либо с авариями, либо с природными катастрофами, либо с умышленными, неправомочными намерениями...

Критерии безопасности систем ядерного оружия относятся как к самим боеголовкам, так и полной системе оружия. Для боеголовок это означает выбор конструкции ядерного компонента, а также боевой системы электроники, которые удовлетворяют желаемым стандартам безопасности. Для всей военной системы (ракетных двигателей и топлива, с которыми сопряжена боеголовка в ракете и в самолете, или транспортера, служащего пусковым устройством) безопасность подразумевает кроме выбора конструкции введение ограничений на операции, обращение, перевозку и использование (или контроля за этими действиями), удовлетворяющих желательным стандартам безопасности...

Технический прогресс позволил ввести значительные усовершенствования в безопасность оружия, начиная с 70-х годов. В то же время технический прогресс значительно увеличил скорость и объем памяти самых современных супер-ЭВМ (в 100 раз и более). В результате за последние три года стало возможным выполнять более реалистичские трехмерные расчеты, чтобы проследить гидродинамическое и нейтронное развитие ядерного взрыва. Предыдущие вычисления были ограничены двухмерными моделями. Новые результаты показали, насколько неадекватными, а в ряде случаев обманчивыми, были двухмерные модели в предсказании того, как может быть инициирован действительный взрыв в реальном трехмерном мире, приводящий к рассеиванию вредной радиоактивности или даже к ядерной детонации. Важнейшее следствие этих расчетов состоит в понимании того факта, что риск ненамеренного ядерного взрыва больше, нежели оценивалось (и верилось) раньше, для неко-

торых находящихся в арсенале типов боеголовок.

Эти новые данные оказались главными для оценок ядерной безопасности и возможности улучшить безопасность хранимого оружия. В следующей (секретной) части доклада будет обсуждено их конкретное влияние на существующие и планируемые системы ядерного оружия. А здесь прежде всего будет дано описание отдельных компонентов, вносящих свой вклад в общую безопасность системы ядерного оружия, в качестве основы для оценок того, как изменения конструкции влияют на безопасность систем оружия.

**Увеличенная Безопасность по отношению к Ядерной Детонации (УБЯД).** Система УБЯД спроектирована таким образом, чтобы предотвратить преждевременное приведение в боевую готовность ядерного оружия из-за ненормальных окружающих условий. Основная идея УБЯД состоит в изоляции электрических элементов, критичных для детонации боеголовки, в специальном месте, которое физически ограничено структурными кожухами и перегородками, экранирующими это место от всех непредвиденных источников энергии. Электропитание, приводящее в действия системы боевой готовности и поджига, может попасть в изолированную зону только через специальное устройство, называемое "сильной связью" и перекрывающее небольшое отверстие в экранирующей перегородке. Сильные связи спроектированы таким образом, что существует приемлемо малая вероятность их активации под влиянием ненормальных окружающих условий. Детальный анализ и испытания гарантируют, что в очень широком диапазоне ненормальных внешних условий одиночная сильная связь сможет обеспечить электроизоляцию боеголовки с вероятностью лучше одной тысячной. Поэтому, чтобы добиться вероятности в одну миллионную, требуемой по условиям безопасности, необходимы две сильные связи в блоке боевой готовности - так устроена система УБЯД....

Обе сильные связи должны быть замкнуты электрически, чтобы оружие было приведено в боевую готовность, причем одна связь замыкается при наборе оператором специального кода, а вторая - от датчика внешних условий, соответствующих выбранной траектории полета.

В систему УБЯД входит также "слабая связь" в дополнение к двум независимым сильным связям, чтобы сохранить гарантированную электроизоляцию при предельных уровнях некоторых аварийных внешних условий типа высоких температур или удара. Слабые связи системы безопасности - это

функциональные элементы (например, конденсаторы), которые также критичны для нормального процесса детонации. Они так спроектированы, что портятся (или невосвратимо теряют работоспособность) в менее напряженных внешних условиях (например, при более низких температурах) по сравнению с теми, при которых могут произойти нарушения функционирования сильных связей.

Система УБЯД обеспечивает техническое решение проблемы преотвращения преждевременного приведения ядерного оружия в боевую готовность из-за необычных окружающих условий. Она относительно проста и дешева, а также хорошо подходит для вероятностных оценок риска... Система УБЯД была разработана в Сандийской национальной лаборатории в 1972 году, а в хранимые боеголовки ее начали вводить в 1977 году. К началу этого года немногим более половины всех вооружений в арсенале (52%) будет оснащено системой УБЯД. Для остальных переоснащение или снятие с вооружения будут проводиться согласно программе улучшения ядерного арсенала. До этого они не удовлетворяют установленным критериям безопасности.

Теми типами оружия, не имеющими современной системы УБЯД, которые вызвали наибольшую озабоченность в связи с характером их развертывания, оказались боеголовка W69 для ракеты СРЭМ-А, размещаемой на стратегических бомбардировщиках, и различные устаревшие модели тактических и стратегических авиационных бомб. Начиная с 1974 г. по ряду причин появилась озабоченность по поводу безопасности этих уже развернутых систем. Особые опасения вызывала возможность рассеивания плутония (или даже возникновение ядерного взрыва) в случае пожара на борту самолета во время прогонки двигателей перед стартом или при столкновении с загруженным самолетом, находящимся на боевом дежурстве, если такое произойдет вблизи взлетно-посадочной полосы на базе стратегического авиационного командования (САК) во время стандартных полетов других самолетов. Несмотря на эти предупреждения, многие такие образцы оружия оставались на боевом дежурстве или в боевых складах еще полгода тому назад. Затем после доведения до общественного мнения озабоченности о безопасности ракет СРЭМ-А они были сняты с бомбардировщиков САК, находящихся на боевом дежурстве, и их дальнейшая судьба зависит от завершения изучения безопасности, предпринятого ВВС США и продолжающегося по настоящее время<sup>1</sup>.

#### **Нечувствительная Взрывчатка (НЧВВ).**

В ядерных боеголовках содержатся радиоактивное вещество в сочетании с химической взрывчаткой. Случайный или преднамеренный подрыв взрывчатки приведет к радиоактивному заражению окружающей местности ...

Последствия трагического несчастного случая (например, пожар на самолете или его падение) могут оказаться совершенно различными в зависимости от того, будет ли эта взрывчатка нечувствительного (НЧВВ) или обычного (ВВ) типа. При подобных авариях ВВ будет обладать большей вероятностью подрыва по сравнению с НЧВВ. Важность этого различия связана с тем, что подрыв ВВ вызовет рассеивание плутония из оружейного блока. В табл. 1 приведены некоторые экспериментальные данные, показывающие различную чувствительность к детонации для двух типов взрывчатки.

В отличие от преимуществ в безопасности НЧВВ в пересчете на одинаковый вес имеет только около 2/3 от теплотворной способности ВВ. Поэтому требуются большие веса и объемы этого типа взрывчатки для подрыва ядерной боеголовки.

Общепринято считать, что замена боеголовки с ВВ на новые системы с НЧВВ является очень эффективной мерой (в настоящее время, возможно, это наиболее важный шаг) к улучшению безопасности боеголовки против рассеивания плутония. Взаимопонимание между министерствами обороны и энергетики, достигнутое в 1983 году, послужило призывом к использованию НЧВВ в новых боеголовках за исключением тех случаев, когда по конструктивным соображениям или операционным требованиям требуется ВВ с меньшей массой и объемом, но с большим энерговыделением. В 1978 году сенатским комитетом по вооружениям под председательством Джона Стенниса были также даны "строгие рекомендации" о том, что "НЧВВ должна использоваться во всех будущих системах ядерного оружия, как стратегического, так и тактического".

Хотя НЧВВ появилась в ядерном арсенале еще в 1979 году, к началу 1990 года только 25% всего хранимого оружия было оснащено ею. Причина этого состоит в том, что во всех решениях, принятых до настоящего времени, технические и операционные требования оказались решающими для отказа от оснащения НЧВВ артиллерийских ядерных снарядов и баллистических ракет ВМФ. Малые диаметры пушечных стволов (155 мм) накладывают очень строгие геометрические ограничения на конструкцию ядерных снарядов. Как следствие, в артиллерийских ядерных снарядах с НЧВВ приходи-

Таблица 1

Сравнение нечувствительных (НЧВВ) и обычных (ВВ) взрывчатых веществ

	ВВ	НЧВВ
Минимальный заряд ВВ для начала детонации, г	0,03	>100
Минимальный размер заряда для начала детонации, см	0,25	1,2
Порог давления ударной волны для детонации, кбар	20	90
Скорость удара для начала детонации, км/с	150	2000

тся чем-то жертвовать. С другой стороны, существуют разные варианты боеголовок с НЧВВ и ВВ, которые можно выбирать для ракет Трайдент II (D5). Конечно, существуют и геометрические ограничения на ракеты для ВМФ, устанавливаемые конструкцией корпуса подлодки. Однако размеры ракет существенно увеличились по сравнению с Посейдоном С3 и Трайдентом I (С4), которые конструировались еще до того, как появилась НЧВВ: ракета D5 длиннее на 13,4 м и шире в диаметре на 2,1 м. Когда в 1983 году было принято решение использовать ВВ на ракетах D5, оно было вызвано операционными требованиями наряду с техническим мнением, что преимущество в безопасности от НЧВВ по сравнению с ВВ будет относительно небольшим и даже несущественным, если учесть географические факторы, которые предохраняют ракеты ВМФ при работе с ними и при развертывании.

Как было понято в 1983 году, основное требование, которое привело к решению использовать ВВ, было связано со стратегической военной важностью достижения максимальной дальности полета ракеты D5, когда она полностью загружена восемью боеголовками W88. Если бы было принято решение развертывать боеголовки с НЧВВ, военный потенциал ракеты D5 пришлось бы уменьшить с выбором одного из приведенных ниже вариантов:

- сохранить максимальную дальность и полный набор из 8 боеголовок, но в наибольшей степени уменьшить мощность каждой боеголовки;

- сохранить полное число и мощность боеголовок, но сократить максимальную дальность примерно на 10%; такое сокращение дальности будет соответствовать соответственно большим потерям при покрытии целей или сокращению операционной зоны подлодки;

- сохранить дальность полета ракеты и мощность боеголовок, но сократить число боеголовок на одну: с 8 до 7.

**Ракетное топливо.** Для баллистических ракет большой дальности в США обычно используются два класса топлив. Первый - это композиционное топливо, называемое условно "класс 1.3". Второй - высокоэнергетичное топливо, называемое условно "класс 1.1". Их важнейшие свойства приведены в табл. 2.

Важное различие между двумя классами топлив, связанное с безопасностью, заключается в том, что хотя оба поджигаются со сравнимой легкостью, гораздо более труднее, если вообще это возможно, подорвать топливо класса 1.3 по сравнению с топливом класса 1.1 - это хорошо видно в табл.2. С другой стороны, топливо класса 1.1 обладает преимуществом благодаря 4%-му превышению удельного импульса и поэтому придает ракете более высокую скорость, обеспечивая большую дальность полета. Например, если заменить в третьей ступени ракеты D5 топливо класса 1.1 на 1.3 и сохранить все остальное неизменным, то дальность полета уменьшится на 160-240 км, что чуть меньше 4% от максимальной дальности.

Тревога в отношении безопасности заключается здесь в том, сможет ли авария во время обращения с готовой к действию ракетой (например, при перевозке или загрузке) привести к детонации топлива, которая в свою очередь вызовет подрыв ВВ в боеголовке, следствием чего станет рассеяние плутония или взрыв с ядерной мощностью свыше установленного критерия в 1,8 кг тротилового эквивалента... Этот вопрос представляет особые опасения для ракет ВМФ. Ракета D5, как и ее предшественница Трайдент I С4, сконструирована в подпалубном варианте, чтобы удовлетворить геометрическим ограничениям корпуса подлодки и в то же самое время достигнуть максимальной дальности при работе всех трех ступеней. В этой конфигурации ядерные боеголовки установлены на послеразгонной платформе, которая располагается не над двигателем третьей ступени, а вокруг него.

Таблица 2

Сравнение композиционных (1.3) и высокоэнергетичных (1.1) твердых ракетных топлив

	1.3	1.1
Минимальный заряд ВВ для начала детонации, г	$>10^4$	0,03
Минимальный размер заряда для начала детонации, см	$>100$	0,25
Порог давления ударной волны для детонации, кбар	-	30
Удельный импульс, с	260	270

Поэтому если бы двигатель третьей ступени сдетонировал, например, при аварии во время загрузки подлодки, то осколки двигателя могли попасть в теплоизолирующие кожухи, прикрывающие боеголовки. Опасение состоит в том, не приведет ли какое-то сочетание таких внеосевых соударений во многих точках к подрыву взрывчатки, окружающей камеру с оружием, что может вызвать рассеивание плутония или, возможно, к взрыву с ядерным выходом. Чтобы дать численную оценку этим опасениям, надо сделать достоверные расчеты вероятности случайной детонации топлива класса 1.1 в двигателе третьей ступени и рассчитать или измерить вероятность последующего подрыва ВВ в боеголовке. Затем это можно сравнить с результатами в случае аварии такой же ракеты, имеющей в двигателе третьей ступени топливо класса 1.3 и/или НЧВВ в самой боеголовке. Так можно получить аналитическое суждение о компромиссе между увеличенной безопасностью и военной эффективностью.

Какаясь военными требованиями к системе Трайдент II, мы сталкиваемся с перспективной обсуждением на последующих этапах переговоров по сокращению стратегических вооружений (СТАРТ) дальнейших сокращений числа боеголовок. Может оказаться необходимым сократить число боегодовок на каждой ракете, чтобы сохранить достаточно большие подлодочные силы для удовлетворения наших опасений об их выживаемости с учетом угрозы противолодочных вооружений. При снижении загрузки оптимизированный на безопасность вариант D5 с НЧВВ, топливом класса 1.3 и огнеупорной камерой мог бы иметь большую дальность полета, нежели в настоящее время...

**Рассеивание плутония.** В настоящее время не существует количественных стандартов безопасности на случай рассеивания плутония. Делаются попытки установить, можно ли установить такие стандарты, и ответ ожидается в октябре 1991 года. Лю-

бой предложенный стандарт обязательно будет сильно зависеть от типа рассматриваемой аварии или инцидента, потому что существует заметное различие между рассеиванием плутония при пожаре, при сгорании взрывчатки без взрыва или при ее подрыве. В последнем случае плутоний нагревается до более высоких температур и принимает вид аэрозоля с маленькими частичками микронного размера, которые могут попасть в органы дыхания и представляют гораздо большую опасность для здоровья после того, как оседают в легких. В первом случае меньше частиц малого размера, которых можно вдохнуть; более крупные частицы, которые непосредственно нельзя вдохнуть, могут попасть в органы пищеварения - при этом они обычно быстро проходят пищеварительную систему и вызывают гораздо меньше вреда. В результате существует различие в сто или более раз в размерах районов, где плутоний создает опасность здоровью людей, для двух случаев<sup>2</sup>. Это означает, что необходимо конкретизировать как количество вещества, так и характер его рассеивания для установления стандартов безопасности...

**Конструкции с оптимизированной безопасностью.** Важные вклады в безопасность военных систем связаны с оснащением боеголовок современными системами увеличения безопасности по отношению к ядерной детонации (УБЯД), нечувствительной взрывчаткой (НЧВВ), а также композитивным ракетным топливом класса 1.3... Но остается физически невозможным подтвердить количество для всех случаев, что достигнута степень риска, не превышающая  $10^6$  или  $10^9$ . Можно сделать следующее (и это важно делать): отождествить потенциальные источники самого крупного риска для безопасности и начать поиски новых технологий, которые устраняют их и еще сильнее укрепляют безопасность оружия.

Одна из таких технологий - это огнеупорная камера (ОУК), которая еще более



сократит вероятность рассеивания плутония в авариях с пожарами, угрожающих боеголовкам, оснащенными НЧВВ. В частности, современные ОУКи так сконструированы, чтобы обеспечить сохранность расплавленного плутония при температурах горения самолетного топлива (около 1000 С) в течение нескольких часов. Они могут не работать, однако, при более высоких температурах, создаваемых при сгорании ракетного топлива. Они не работают также в случае подрыва ВВ и поэтому чрезвычайно важны для безопасности только в том случае, если установлены в системах оружия, оснащенных НЧВВ. Некоторые из наших новейших боеголовок уже имеют в своей конструкции ОУКи. Однако, если выйти за рамки этих конструкций, можно рассматривать концепции усовершенствованных конструкций оружия, известных для бинарного химического оружия, где очень укрепленная капсула с плутонием отделена от взрывчатки вплоть до приведения оружия в боевую готовность или же взрывчатка разделяется на два компонента, каждый из которых не сможет детонировать. Мы не знаем, окажутся ли эти или другие концепции усовершенствованных устройств практичными с точки зрения будущих военных требований, доступности ресурсов и бюджетных ограничений. Однако их надо настойчиво изучать. НИОКРы не дешевы, но выход может оказаться весьма ценным с точки зрения более высокой уверенности в увеличении безопасности оружия. Министерство энергетики должно поддерживать такие работы со всем необходимым обеспечением.

**Выводы рабочей группы.** Установленные для современных ядерных вооружений критерии безопасности носят очень требовательный характер. Большую часть оружия в современном арсенале, если оно не снимается с вооружения, придется модифицировать, чтобы удовлетворить этим критериям. Более того, для некоторых типов оружия нам еще не хватает данных для заслуживающих доверия анализов безопасности. На основе энергичной программы НИОКР в военных лабораториях, направленной на поиски новых технологий для концепций усовершенствованных конструкций, должно оказаться возможным достигнуть более высокого уровня уверенности в возросшей безопасности оружия, особенно по отношению к рассеиванию плутония, для чего пока что нет количественного стандарта. Хотя рассеивание плутония - это гораздо менее угрожающая опасность по сравнению со взрывом, имеющим заметный ядерный выход, тем не менее это потенциально серьезная угроза, особенно если плутоний при хими-

ческой детонации превращается в аэрозоль.

## РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Принять и осуществлять в национальной политике следующие приоритетные задачи для улучшения безопасности систем ядерных боеголовок, находящихся в арсенале, на основе доступных технологий:

- оснастить все типы оружия в арсенале системой УБЯД;

- снабдить все бомбы на самолетах (как бомбы, так и крылатые ракеты) взрывчаткой типа НЧВВ и узлами ОУК. Они наиболее критичные устройства безопасности, имеющиеся в нашем распоряжении для избежания рассеивания плутония в случае пожара на самолете или его падении.

У министерств обороны и энергетики нет технических аргументов для задержки выполнения этих задач безопасности для существующих типов оружия: этим задачам должен быть отдан более высокий приоритет, нежели они имеют сейчас. В прошлом США слишком долго сохраняли устаревшие типы оружия, не удовлетворявшие критериям безопасности, провозглашенным в 1968 году<sup>3</sup>... Ракета СРЭМ-А - это один из таких примеров, но он не единственный. Далеко недостаточно снять такие типы оружия с находящихся на боевом дежурстве самолетов ВВС, но сохранять их на складах на случай войны, принимая во внимание ту опасность, которую они будут представлять в условиях повышенной напряженности, если нам когда-либо придется активизировать стратегические силы в период нарастающего кризиса.

2. Предпринять немедленный пересмотр национальной политики допустимости оставлять в арсенале ракетные системы без оснащения их ядерных боеголовок системами НЧВВ или ОУК и без использования более безопасного, недетонирующего топлива класса 1.3 для двигателей тех ракетных ступеней, которые находятся в непосредственной близости к боеголовкам. При этом анализе придется рассматривать каждую ракетную систему поэлементно, учитывая такие факторы, как методику ухода и загрузки и военные требования, а также принимать технические решения о том, насколько важен выбор НЧВВ при топливе класса 1.1 и выбор ОУК.

Ракетная система Трайдент II(D5) представляет особый случай для рассмотрения в рекомендуемом анализе политики. Это новая, современная система, которую намечается стать важным компонентом будущего американского стратегического сдерживания. В то же время те конструктивные реше-

ния, которые были приняты для боеголовки W88 в 1983 году, вызывают вопросы в связи с безопасностью: боеголовка не оснащена НЧВВ и установлена вблизи двигателя третьей ступени, использующего способное к детонации высокоэнергетическое топливо класса 1.1. Сегодня, спустя семь лет после того, как были приняты эти конструктивные решения, у нас есть новое и лучшее понимание неопределенностей оценок, например, вероятности того, что авария при уходе за ракетной системой D5 может привести к рассеиванию опасной радиоактивности. Страна имеет теперь иные понимания стратегических задач в эпоху после завершения холодной войны. Процесс приобретения боеголовки W88 для ракеты D5 находится еще на ранней стадии и он прерван на настоящее время и на близкое будущее в связи с закрытием завода в Роки Флэтс, где изготавливаются новые камеры для ядерных запалов.

Эти обстоятельства ставят перед страной трудную задачу. Нужно ли нам следовать планам производства и развертывания D5/W88 в существующей конструкции или нам надо использовать перерыв в производстве и переконструировать ракету с введением оптимизированных на безопасность устройств: как минимум, недетонирующего топлива класса 1.3 в третьей ступени и систем НЧВВ и ОУК в боеголовке ?

Это несомненно критический вопрос, который следует решить при рекомендуемом пересмотре политики... Будет необходимо взвесить риск для безопасности при продолжении развертывания существующей конструкции и сравнить его с затратами и задержками при переконструировании системы, чтобы сделать обоснованный выбор. Но необходимы дальнейшие исследования, чтобы такой выбор можно было сделать:

- собрать информацию, на основе которой провести более надежный анализ того, в какой степени система D5/W88 удовлетворяет современным стандартам безопасности;

- оценить затраты и неизбежную задержку во времени при осуществлении любых рекомендованных конструктивных изменений;

- дать численную оценку воздействия на ожидаемые требования национальной безопасности, если изменения, необходимые для увеличения безопасности оружия, приведут к меньшему числу боеголовки, понижению мощности ядерного взрыва или сокращению максимальной дальности ракет.

Выполнение этих исследований требует широкого и детального изучения, которое лежит вне рамок представляемого доклада.

3. Продолжать исследования безопасности и, в частности, анализы дерева оши-

бок, которые были недавно начаты и идут сейчас для численных оценок безопасности ракеты СРЭМ-А и системы перевозки оружия в министерствах обороны и энергетики. Такие анализы дерева ошибок, которые подсчитывают общий риск и уровни безопасности в терминах отдельных остановок в операционных процедурах и чувствительностей системы к ненормальным окружающим условиям, обеспечивают требуемые аналитические инструменты для численных оценок полной безопасности системы. Для таких анализов очень важно разработать информационную базу, чтобы обеспечить требуемый ввод данных. Оружейные и военные лаборатории должны дать приоритет проведению экспериментов для создания такой базы данных. Им следует выделять ресурсы на поддержку такой деятельности. Мы верим, что больше не годится разрабатывать системы оружия без базы фактических данных; эта база данных станет опорой для проведения конструктивных изменений, критичных для безопасности системы. Очень важно подвергать сомнению процесс изучения безопасности и искать пропущенные ситуации, которые могут представлять угрозы для безопасности систем оружия.

4. Установить повышенную безопасность в качестве самой приоритетной задачи американской программы ядерного оружия и направить деятельность министерств обороны и энергетики (в рамках выполнения своей ответственности перед страной) на разработку будущего ядерного оружия, настолько безопасного, насколько это возможно, и согласующегося с разумными военными требованиями. В частности, министерство энергетики должно озадачить и соответственно профинансировать свои военные лаборатории, чтобы разработать поистине обновленные конструкции боеголовки, которые настолько безопасны, насколько это практически достижимо. В этой связи следует пересмотреть требования о "неотъемлемой" одноточечной безопасности. Может оказаться, что повышенная безопасность, проистекающая из того обстоятельства, что плутониевая капсула будет отделена от НЧВВ вплоть до приведения системы в боевую готовность, будет гораздо более важной независимо от увеличения веса или понижения надежности (если такая расплата вообще будет иметь место), которые последуют из подобной конструкции. Все концепции усовершенствованных проектов должны энергично изучаться. Ответственно будет сравнивать полезность таких конструкций с учетом уменьшения дальности или увеличения веса, которые они предусматривают, для удовлетворения

установленных военных требований.

В заключение мы разъясняем, что приведенные выше рекомендации имеют прямое отношение к безопасности оружия, на что был сфокусирован весь наш анализ. Однако уместно добавить, какое впечатление произвели на нас меры по обеспечению безопасности ядерного оружия, которые нам довелось увидеть на базе ракет Трайдент II ВМФ в Кингсбее (Джорджия) и на воздушной базе САК в Майноте (Северная Дакота). За ограниченный период времени этого исследования у нас не было возможности увидеть армейское ядерное оружие в полевых условиях.

Что касается контроля над ядерным оружием, то мы были удовлетворены техническими мерами, включающими системы ПАЛ<sup>4</sup>, и серьезным вниманием, которое уделяется контролю над применением ракет и бомб ВВС. ВМФ прилагает много усилий для установления жесткой системы контроля над применением ракет Трайдент в морских условиях. Однако система баллистических ракет ВМФ отличается тем, что разрешение на запуск приходит на подлодку извне и не требуется получения дополнительной внешней информации, которая физически сделала бы запуск возможным. Важно оценить пригодность продолжения такой процедуры на будущее.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Решение о ракетах СРЭМ-А было объявлено министром обороны Чейни 8 июня 1990 года.
2. В случае подрыва НЧВВ в стандартной боеголовке или бомбе площадь примерно в сто квадратных километров с подветренной стороны может быть заражена радиоактивностью. Опубликованные оценки стоимости очистки такой площади сильно различаются - верхняя граница около половины миллиарда долларов. Если бы химическая детона-

ция произошла сразу в нескольких боеголовках, зараженная площадь и стоимость очистки были бы значительно больше. Число скрытых смертей от рака чувствительно к направлению ветра и распределению населения вблизи места аварии. В случае сгорания взрывчатки без взрыва или общего пожара загрязненная зона составит около одного квадратного километра.

3. Эти критерии безопасности таковы:

1) "в случае подрыва, произведенного в любой одной точке системы взрывчатки, вероятность получения ядерного выхода с тротильным эквивалентом более 1,8 кг не должна превосходить одной миллионной; эта одноточечная безопасность должна быть присуща самой конструкции ядерного оружия, то-есть она должна достигаться без применения устройств для ядерной безопасности.

2) Вероятность преждевременного ядерного подрыва боеголовки из-за неправильного функционирования компонентов боеголовки... в отсутствие любых входных сигналов за исключением сигналов слежения и контроля не должна превосходить: а) до получения сигнала перехода в боевое состояние (запуск) при нормальном хранении и нормальных окружающих условиях, содержащихся в полетной программе, - одна миллиардная за время жизни боеголовки; б) до получения сигнала перехода в боевое состояние (запуск) при ненормальных условиях, описанных в полетном задании, - одна миллионная на аварию или ненормальную ситуацию".

4. ПАЛ от сокращения PAL (Permissive Action Link) - это так называемая линия для разрешения действия, то-есть электромеханическое устройство для предупреждения случайного или несажонированного нацеливания и подрыва боеголовки.

## ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ АМЕРИКАНСКОГО ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ И СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ ТРЕБОВАНИЯ К ЯДЕРНЫМ ИСПЫТАНИЯМ

*Рей Е.Киддер<sup>1</sup>*

Этот короткий доклад был подготовлен в ответ на письмо Д.Б.Фасцелла - председателя сенатского комитета по иностранным делам (17 июля 1990 года), который запросил оценки безопасности американских ядерных боеголовок с особым вниманием на то, в какой степени могут оказаться необходимыми дополнительные ядерные испытательные взрывы для дальнейшего улучшения их безопасности. Письмо председателя Фасцелла содержало пять вопросов по этой проблеме и я постарался ответить на них следующим образом:

### ВОПРОС 1: БЕЗОПАСНО ЛИ НАШЕ ЯДЕРНОЕ ОРУЖИЕ?

Требования к безопасности нашего ядерного оружия удивительно хороши. История ядерной безопасности наших ядерных вооружений выглядит безупречной. За 45 лет существования ядерного оружия не было ни одной аварии с каким-либо ядерным выходом. Было только два случая, когда сдетонировала содержащаяся в ядерной боеголовке взрывчатка: это авария 1966 г. в Паломаресе (Испания) и авария 1968 г. в Туле (Гренландия) - в обоих случаях авария произошла с бомбардировщиком B-52. Эти подорывы, возможно, и не произошли, если бы в боеголовках была использована нечувствительная взрывчатка (НЧВВ) взамен обычной взрывчатки (ВВ). Они могли не произойти, если бы существовала практика, запрещающая иметь ядерное оружие на борту самолета в мирное время. Как Вы знаете, недавно подняты были вопросы о безопасности артиллерийских ядерных снарядов W-48, W-79 и W-82. Эти снаряды не совсем полностью удовлетворяют существующим требованиям ядерной безопасности. Они могут быть превращены в безопасные путем обновления, что не повлечет за собой дальнейших ядерных испытаний. Между тем, как я понимаю, их можно превратить в безопасные другими эффективными способами. В будущем с учетом объединения Германии и кончины Варшавского пакта кажется вероятным, что все находящиеся за океаном наши ядерные артиллерийские снаряды могут быть возвращены в США и помещены в хранилища.

Возникли также вопросы относительно безопасности ракет СРЭМ-А, в результате чего их сняли с самолетов, находящихся на боевом дежурстве вплоть до завершения анализа безопасности. Предлагается заменить боеголовку СРЭМ-А (W-69) на боеголовку ракеты СРЭМ-II (W-89), находящейся сейчас в стадии разработки, - на современную боеголовку, оборудованную НЧВВ и специальными огнеупорными особенностями. Я полагаю, что поднятые проблемы безопасности с W-69 могли бы, если считать это необходимым, быть решены путем обновления без потребности в ядерных испытаниях. Альтернативой обновлению было бы сохранение снятия ракет СРЭМ-А с дежурных самолетов САК и удаления их из всех опасных ситуаций до замены и снятия с вооружения.

Критиковалось и то, что боеголовки W-88 для ракет Трайдент II (D5) не содержат НЧВВ. Ясно, что безопасность ракеты D-5 улучшится, если заменить боеголовки

W-88 на боеголовки, оборудованные НЧВВ. Проведенные до настоящего времени испытания на безопасность подсказывают, что хотя такое улучшение обладает определенными достоинствами, оно не обязательно удовлетворяет современным требованиям к безопасности.

Большее половины ядерных вооружений, находящихся сейчас в арсенале США, были сконструированы 20 лет тому назад или даже раньше. У них нет некоторых усовершенствований современных боеголовок, обеспечивающих электрическую и ядерную безопасность, а также безопасность к рассеиванию плутония. Этим мы не говорим, что они небезопасны, но очевидно, что их безопасность ниже современных стандартов. Большинство из этих стариков будет снято с вооружения без замены. Те, которые подлежат замене, будут заменяться на современные боеголовки, уже находящиеся в арсенале. Оставшиеся будут заменены боеголовками, находящимися сейчас в стадии разработки и потребляющими ограниченное число ядерных испытаний перед запуском в производство.

Безопасность существующего арсенала нуждается в улучшении. Но при соответствующем графике снятия с вооружения, обновления и замены устаревшего оружия на более современное, которое уже находится в арсенале или разрабатывается, безопасность американского арсенала будет хорошо гарантирована, особенно если запретить перевозку ядерного оружия по воздуху в мирное время.

### ВОПРОС 2: НУЖНО ЛИ НАМ УВЕЛИЧИТЬ ЧИСЛО ПРОВОДИМЫХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАШЕГО ЯДЕРНОГО АРСЕНАЛА? ИЛИ ЖЕ МЫ НУЖДАЕМСЯ В УВЕЛИЧЕНИИ ЧИСЛА ПРОВОДИМЫХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТОЛЬКО ДЛЯ ОТНОСЯЩИХСЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММ?

Не требуется значительного увеличения умеренного числа ядерных испытаний, требуемых для находящихся в стадии разработки типов оружия, чтобы обеспечить безопасность нашего ядерного арсенала.

По отношению к тем системам ядерного оружия, безопасность которых недавно вызвала сомнения, могут быть предприняты (или уже были предприняты) эффективные корректирующие меры, не требующие значительного увеличения числа ядерных испытаний. Так, артиллерийские снаряды теперь безопасны по отношению к подрыву в одной точке<sup>2</sup>. Ракеты СРЭМ-А вероятно будут заменены на СРЭМ II. Если будет при-

нято решение о замене боеголовок W-88 на ракете D-5, что маловероятно в настоящее время, можно провести замену так, что она потребует не более одного-двух дополнительных ядерных испытаний. Будущее решение о замене топлива в третьей ступени ракеты D-5 на менее опасное и менее детонирующее потребует ракетных, но не ядерных испытаний.

**ВОПРОС 3: СУЩЕСТВУЮТ ЛИ ДРУГИЕ ПУТИ РАССМОТРЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ БОЕГОЛОВЕК, НЕЖЕЛИ ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ?**

Существует много путей. Можно улучшить условия и рабочие процедуры для хранения, перевозки и развертывания оружия. Например, можно запретить перевозку ядерного оружия по воздуху в мирное время, а также размещение его на борту дежурящих самолетов, находящихся вблизи действующих взлетно-посадочных полос. Самолеты с ядерным оружием на борту представляют наибольший риск для серьезной ядерной аварии, потому что при падении самолета или вертолета ядерные боеголовки испытывают сильный удар и интенсивный нагрев благодаря горению ракетного и двигательного топлива. Если американские ядерные силы наземного базирования удалить с тех заморских баз, с которыми нет прямой морской связи, не потребуются переброска этих вооружений воздушным путем.

**ВОПРОС 4: НАДО ЛИ НАМ УСИЛИТЬ ВСЕ ТИПЫ НАШЕГО ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ НЕЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ВЗРЫВЧАТКОЙ? ЕСЛИ ДА, ТО ПОЧЕМУ?**

Существует практика устанавливать НЧВВ на все ядерные бомбы и ракеты, размещаемые на самолетах из-за возможности резкого удара и пожара, упомянутых выше. Не существовало практики устанавливать НЧВВ на боеголовках БРПЛ, одной из причин чего служат менее опасные, более мягкие окружающие условия, в которых они находятся. Эта практика согласуется с историей аварий. Произошло несколько аварий с самолетами, когда удар и пожар привели к некоторому рассеянию плутония - чрезвычайно опасного радиоактивного вещества. Насколько мне известно, не было аварий на БРПЛ, которые привели к рассеянию плутония. Однако существующее освобождение боеголовок БРПЛ от требования использовать НЧВВ ведет за собой обязательство соблюдать более строгие меры предосторожности по обращению с этими боеголовками, а также по их загрузке и развертыванию.

Ни один из многих типов ядерного оружия, поступивших в арсенал до 1979 года, не был оснащен НЧВВ. Однако за исключением трех типов МБР [Минитмен II (W-56), Минитмен III (W-62, W-78)] и одного типа БРПЛ [Трайидент I С-4 (W-76)] все более устаревшие типы оружия были либо сняты с вооружения, либо заменены на современные боеголовки, оснащенные НЧВВ. Эта программа снятия с вооружения и замены доведет до конца введение НЧВВ во все типы нашего ядерного оружия (за исключением указанных выше четырех типов и боеголовки W-88) при нормальном течении событий. Не потребуются дополнительные ядерные испытания сверх умеренного числа, требуемого для тех типов оружия, которые сейчас разрабатываются.

Способом улучшения ядерного оружия, не требующими использования НЧВВ и проведения ядерных испытаний, служит повышение качества компонентов устаревших боеголовок, отвечающих за приведение в боевую готовность и подрыв, чтобы удовлетворить современным требованиям к электрической безопасности. Эти компоненты достаточно отдалены от ядерного содержимого, так что можно вводить в них изменения без влияния на ядерную работоспособность боеголовки - поэтому не требуются испытательные ядерные взрывы.

Можно увеличить темпы перехода арсенала на современные стандарты ускорением снятия с вооружения тех систем оружия, которые не планируются для замены, и увеличением электрической и ядерной безопасности тех систем, которые планируется заменить, путем обновления, которое потребует (или вообще не потребует) малого числа ядерных испытаний. На время до замены или снятия с вооружения эффективными мерами гарантии ядерной безопасности этих старых систем оружия станет оборудование их механическими предохранителями. Такие способы могут обеспечить безопасность по отношению к детонации в одной точке (одноточечная безопасность) или в любом числе точек (многоточечная безопасность) и они успешно использовались в течение более чем 20 лет.

**ВОПРОС 5: КАКИМИ ПРЕИМУЩЕСТВАМИ БУДЕТ ОБЛАДАТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НАШЕЙ ПРОГРАММЫ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ С ТОЙ ЦЕЛЮ, ЧТОБЫ ВМЕСТО СООТВЕТСТВИЯ КОНКРЕТНЫХ БОЕГОЛОВЕК КОНКРЕТНЫМ СРЕДСТВАМ ДОСТАВКИ СДЕЛАТЬ НАШИ БОЕГОЛОВКИ БОЛЕЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫМИ С НАШИМИ СРЕДСТВАМИ ДОСТАВКИ? КАК ДОРОГО ЭТО ОБОЙДЕТСЯ? УМЕНЬШИТСЯ**

### ЛИ ПОТРЕБНОСТЬ В ПРОВЕДЕНИИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ, ЕСЛИ ПРЕОБРАЗОВАТЬ НАШУ ПРОГРАММУ ИСПЫТАНИЙ ТАКИМ ПУТЕМ?

Можно изменить конфигурацию существующих ядерных боеголовок и приспособить их к новым средствам доставки, для которых они не были первоначально предназначены, если от них не потребуется приспособиться к более напряженным условиям в полетном задании. В этом смысле они уже взаимозаменяемы. Боеголовки W-84 и W-85, которые были сняты с крылатых ракет наземного базирования и ракет средней дальности Першинг II, ликвидированных по недавнему договору о запрещении ракет средней и меньшей дальности, - примеры боеголовок с современными средствами безопасности, конфигурацию которых можно изменить для использования в других системах оружия. То же самое будет справедливо для многих других типов оружия в современном арсенале.

В добавление к изменению конфигурации существующих боеголовок для использования в новых системах доставки можно обновлять эти боеголовки, а также модифицировать находящиеся на стадии разработки системы для использования с существующими средствами доставки, а не с теми, для которых они поначалу были сконструированы. В качестве примера последней возможности укажем на такую модификацию боеголовок W-89 для ракеты СРЭМ II, чтобы они смогли заменить боеголовки W-88, разнесенные сейчас на ракетах Трайдент II D-5. При этом ракеты D-5 получат усовершенствованные элементы безопасности боеголовки W-89 без серьезных изменений для своей конструкции.

Изменение конфигурации или обновление существующей боеголовки для нового использования устраняет затраты на проектирование, проектирование, разработку и испытание новой боеголовки. В зависимости от обстоятельств можно сократить также и стоимость производства. Поэтому изменение конфигурации или обновление могут уменьшить как стоимость, так и число ядерных испытаний, необходимых для проверки возможностей новой системы оружия.

Ограничения, свойственные существующей боеголовке, по сравнению с большей гибкостью, присущей новой боеголовке, - вот цена, которую придется платить за экономию затрат и уменьшение числа ядерных испытаний. На экономическое сравнение несомненно сильно повлияют выгоды от сокращения ядерных испытаний, которые гру-

дно выразить количественно.

### ЗАКЛЮЧЕНИЯ И ВЫВОДЫ

Безопасность существующего арсенала ядерного оружия нуждается в улучшении. Но при соответствующем графике снятия с вооружения, обновления и замены устаревшего оружия на более современное, находящееся в арсенале или на стадии разработки, безопасность американского арсенала будет гарантирована. Чтобы добиться этого результата, не потребуется значительного увеличения числа ядерных испытаний сверх того умеренного количества, которое нужно для разрабатываемых систем оружия.

Безопасность ядерных боеголовок можно улучшить еще больше при использовании концепции "разделенных компонентов", когда плутоний в боеголовке и взрывчатка физически отделены друг от друга, пока боеголовку не приведут в состояние боевой готовности. При такой конструкции фактически исключается возможность рассеивания плутония и гарантируется ядерная безопасность. Однако осуществление таких выгод для безопасности станет крупным и долговременным предприятием, которое потребует очень большого числа ядерных испытаний. Экономические аспекты такого предприятия вызывают много вопросов как из-за той платы, которую придется потратить на усовершенствования, так и благодаря резко неблагоприятным последствиям для контроля за ядерным оружием.

В этом исследовании часто повторялась тема улучшения безопасности нашего ядерного оружия, которое может быть достигнуто если запретить в мирное время перевозку оружия по воздуху или размещение его вблизи действующих взлетно-посадочных полос. Принимая во внимание ослабление напряженности в отношениях между США и СССР, я верю, что такие меры безопасности заслуживают серьезного рассмотрения.

### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Автор работает в Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса, Калифорния 94450. Выраженные здесь взгляды принадлежат автору, а не его организации.
2. Условие, известное как "ядерная безопасность в одной точке" удовлетворяется, если при детонации взрывчатки в боеголовке в любой одной точке вероятность получения ядерного выхода с тротильным эквивалентом свыше 1,8 кг не превышает одной миллионной.