

## Программа создания боеголовки W87-1 для новой МБР США, часть 2 Трудности и проблемы

Стреналюк Юрий Вениаминович,  
Доктор технических наук, профессор  
ФГБУ 4 ЦНИИ Минобороны России  
141090, г. Королев, мкр. Юбилейный, ул. Тихонравова, 29

*Министерство обороны США и NNSA (National Nuclear Security Administration) возобновили программу W87 в 2019 ф.г., чтобы заменить возможности старой ядерной боеголовки (БГ) W78 на W87-1. NNSA приняла ключевые проектные решения для этого оружия с 2010 г. до тех пор, пока программа не была приостановлена в 2014 г., но была возобновлена в 2019 г. Однако в разработке присутствуют трудности и проблемы.*

### **Координация между программой W87-1 с плутониевой и урановой программами**

Программа NNSA W87-1, программа по плутонию и программа по урану финансируются и управляются в рамках NNSA DP (Office of Defense Programs) по отдельности. По Директиве NNSA программа Phase (этапа) 6.X W87-1 должна координировать свои действия с этими и другими программами NNSA, которые должны поставлять компоненты, в т.ч. ядра (первичная часть термоядерного заряда) и вторичные части, необходимые для боеголовок, через межпрограммные соглашения, называемые «интерфейсами соглашений о требованиях».

Соглашения об интерфейсе между программами придают программе W87-1 некоторую уверенность в получении ядер W87-1 и вторичных компонентов. Например, программный офис по плутонию должен будет ежеквартально отчитываться перед программой W87-1 о состоянии производства ядер; урановая программа сделает то же самое для производства вторичных элементов.

**Л18 NNSA не учитывает оценки стоимости в начале проектных решений в программе боеголовки для W87-1, но имеет требование сделать это позже**

NNSA не принимало во внимание смету расходов при принятии ранних проектных решений для боеголовки W87-1. В то время NNSA не требовало программы боеголовок для изучения сметы расходов для принятия ранних проектных решений, но с тех пор потребовала их рассмотрения. Независимый обзор CEPE (Office of Cost Evaluation and Program Evaluation) NNSA обнаружил, что исследования NNSA для W87-1 во время Этапа 6.1 (оценка концепции) и ранней фазы 6.2 (осуществимость и варианты дизайна), не были проинформированы анализом доступности каждого потенциального варианта, графика или программного риска, хотя обзор показал, что исследования в целом следовали процедурным рекомендациям Фазы 6.X и практики, действующие в то время. Исследования были сосредоточены исключительно на способности каждого варианта соответствовать военным требованиям. В частности, исследования были сосредоточены на требованиях (1) использовать нечувствительные взрывчатые вещества (ВВ) для повышения безопасности БГ и (2) обеспечить взаимодействие разрабатываемого ЯБЗ БГ с системами баллистических ракет ВВС и ВМС.

Эти требования ограничивали анализ вариантов дизайна БГ. В результате на этапе 6.1 отсеивался из дальнейшего рассмотрения вариант «статус-кво» для обновления W78 – до оценки затрат и выгод этого варианта по сравнению с другими варианты - потому что он не отвечал военным требованиям, особенно по безопасности. Кроме того, на раннем этапе 6.2, до того, как программа была приостановлена, NNSA выбрало ядро БГ и второстепенные элементы для включения в W87-1 без сравнения затрат и выгод всех вариантов. NNSA в своем анализе для поддержки выбора ядра типа W87 включал ограниченные затраты и риски оценки для сертификации, но это основа для оценки затрат и методология оценки рисков БГ не была включена. Передовой опыт впервые был опубликован в декабре 2014 г. уже после приостановки работ по БГ и предусматривал, что анализ должен оценивать все альтернативные варианты, включая вариант статус-кво, путем сравнения затрат и преимуществ.

Группа проверки СЕРЕ сообщила, что процедуры реализации NNSA для процесса Phase 6.X в то время (с 2010 по 2014 г.) не требовали рассмотреть затрат на этапе 6.1. При этом в рамках процесса Phase 6.X время и затраты должны были быть учтены на этапе 6.2, но NNSA не сделала это до того, как программа была приостановлена. В исследованиях Фазы 6.2, проведенных до того, как программа была приостановлена, NNSA завершило анализ технического объема и сложность вариантов конструкции. В ходе анализа было установлено, что необязательные «объективные» усиленные меры безопасности для конструкции W87-1 может составлять до 11 % от общей стоимости. После того, как программа по БГ была приостановлена, NNSA пересмотрело свои процедуры для более поздних программ продления жизненного цикла (life extension program, LEP) и программ замены, реализующих Фазу 6.X процесса, чтобы четко потребовать, чтобы затраты учитывались на этапе 6.1 и 6.2, включая разработку сметы расходов.

Первые решения NNSA существенно повлияли на ориентировочную стоимость программы. Например, при представлении диапазон стоимости боеголовок W87-1, в отчете NNSA за декабрь 2018 г. говорится, что NNSA недооценили сложность решения проблем изготовления новых компонентов боевой части, включая разработку новых нечувствительных бризантных ВВ и новых возможностей, необходимых для вторичных узлов и работу с ядерными взрывными устройствами.

Обнаружено, что в планах нового производства всех компонентов БГ увеличила сметную стоимость, потому что значительно увеличилась сложность работы, которая потребуется для разработки и квалификации W87-1. По мнению Sandia National Laboratories, этот план отражал тот факт, что многие компоненты БГ недоступны для ремонта или повторного использования. Для сравнения, все предыдущие LEP NNSA включали в себя сочетание отремонтированных и недавно изготовленных компонентов. Кроме того, вторичные элементы, запланированные для W87-1 увеличили сметную стоимость БГ, поскольку материалы для них, включая уран, необходимо будет квалифицировать. В дальнейшем, NNSA планирует производить вторичные компоненты в UPF (Uranium Processing Facility) при завершении строительства этого объекта. Производство вторичных компонентов в UPF усложняют производство, потому что, вторичные компоненты W87-1 будут первыми вторичными материалами, произведенными в UPF. Более того, NNSA создает UPF, чтобы соответствовать большему количеству ограничительных пределов безопасности по критичности на количество урана, которое может быть когда-то использовались на объекте. Предел в UPF будет более строгим, чем предел, до которого NNSA спроектированы старые производственные помещения. Из-за количества урана в конструкции вторичного W87-1, NNSA необходимо будет использовать новый подход к производить вторичные элементы, соблюдая более строгие пределы безопасности в UPF, что усложняет производство.

В 2018 ф.г. Конгресс поручил NNSA отчитаться о предполагаемой стоимости ремонта W78 – т.е. вариант статус-кво - по сравнению с ориентировочной стоимостью W87-1. Указания Конгресса указало NNSA в феврале 2018 г. перезапустить программу W87-1 с упором на обеспечение боеголовками МБР ВВС GBSD. NNSA сообщило, что направление Nuclear Posture Review сняло конструктивное ограничение для этой БГ. В своем отчете Конгрессу NNSA сообщило, что сметная стоимость концепции ремонта W78 будет близка к сметной стоимости W87-1 без учета затрат на изготовление новых ядер для W87-1; а реконструкция W78 будет включать повторное использование существующих ядер W78 без производства новых. По оценкам NNSA, ремонт W78 может стоить от 8,5 до 14,3 млрд долл. по сравнению с оценкой NNSA в декабре 2018 г. для W87-1 от 8,6 до 14,8 млрд долларов. NNSA также оценила, что производство новых ядер для W87-1 может добавить от 300 до 750 млн. долл. к стоимости БГ, в результате чего диапазон затрат составит от 8,9 до 15,6 млрд долл. (см. таблицу 1.) Эти затраты добавляются к оценке NNSA, около 3 млрд. долл. на модернизацию LANL (Los Alamos National Laboratory) PF-4 (Plutonium Facility 4) и около 4,6 млрд долл. на преобразование и приведение объекта SRS для производства ядер. По данным NNSA, эти объекты будут нуждаться в модернизации для будущих программ вооружений в дополнение к W87-1.

Согласно отчету NNSA, стоимость ремонта W78 близка к стоимости БГ W87-1, потому что ремонт W78 потребует существенных переделок компонентов. NNSA также подчеркнула в своем отчете Конгрессу, что реконструкция W78 не улучшила бы ее безопасность и не будет соответство-

вать пороговым военным требованиям, потому что не будет использовать нечувствительные взрывчатые вещества. В рамках варианта ремонта W78, NNSA будет повторно использовать существующие ядра W78, в которых используются обычные взрывчатые вещества.

Таблица 1 – Оценка NNSA расходов на модификацию БГ W87-1 по сравнению с ремонтом БГ W78, на декабрь 2018 (млрд. долл.)

<b>Боеголовка</b>	<b>Диапазон сметы <sup>a</sup></b>
Модификация W87-1 (т.е. замена W78), исключая производство новых ядер	8.6 - 14.8
Модификация W87-1, включая стоимость нового производства ядер <sup>b</sup>	8.9 - 15.6
Реконструкция <sup>c</sup> W78	8.5 - 14.3

Источник: NNSA, W78 Replacement Program (W87-1): Cost Estimates and Use of Insensitive High Explosives, Report to Congress, (Dec 2018). | GAO-20-703

а Диапазоны стоимости отражают низкие и высокие оценки для единой концепции дизайна или варианта. Диапазоны представляют собой технический и производственный риск и неопределенность.

б NNSA отдельно оценило, что производство новых ядер для W87-1 может добавить 300...750 млн. долл. к полной стоимости БГ. Эти затраты на ядра добавляются к предварительным оценкам NNSA, оцениваемым примерно в 3 млрд. долл. на модернизацию плутониевого завода в Лос-Аламосе Национальная лаборатория в Нью-Мексико и примерно 4,6 млрд. долл. на перепрофилирование смешанного оксидного топлива Завода по производству ядер в Саванна-Ривер в Южной Каролине.

с При реконструкции W78 будут повторно использоваться существующие ядра W78, а не будут создаваться новые.

**Л23 Дальнейшие решения NNSA для W87-1 могут повлиять на стоимость программы, а агентство еще не изучило планы по оценке всех оставшихся решений по конструкции**

Остальные проектные решения NNSA для W87-1 на этапе 6.2 могут повлиять на стоимость программы, а у агентства пока нет планов исследований, которые могут помочь гарантировать, что программа использует последовательные, надежные и объективные подходы к оценке затрат и выгод оставшихся конструктивных решений.

Решение, которое окажет наибольшее влияние на затраты, это - следует ли включать определенные функции безопасности, отвечающие повышенным требованиям военных и NNSA, в конструкцию W87-1. Эти функции предоставят расширенные возможности по сравнению с теми, которые соответствуют пороговым требованиям военных. Оценка диапазона соответствующих затрат от 8,6 до 14,8 млрд. долл., включая предполагаемые затраты на эти повышенные характеристики безопасности, по предварительным оценкам, которые NNSA разработало в декабре 2018 г. С другой стороны, диапазон затрат NNSA по оценке конструкции W87-1 только с функциями пороговой безопасности и надежности составили от 7,7 до 13,3 млрд. долл., по данным в декабре 2018 г. Ориентировочная стоимость включения дополнительных средств защиты и безопасности в W87-1 может составлять от 900 млн. до 1,5 млрд. долл. общей оценочной стоимости боеголовки NNSA. Таблица 2 иллюстрирует разницу в оценочной стоимости диапазонов между пороговым и повышенным сметами расходов, основанных на информации, разработанной NNSA в декабре 2018 г.

Таблица 2 – Оценка NNSA расходов на W87-1 при вариации дизайна боеголовок, которые отвечают пороговым и расширенным требованиям, по данным на декабрь 2018 года (млрд. долл.)

<b>Вариации дизайна W87-1</b>	<b>Диапазон сметы</b>
Конструкция включает в себя функции, которые отвечают пороговым (т.е. минимальным) требованиям безопасности и сохранности	7.7 - 13.3
Конструкция включает в себя расширенные функции безопасности и сохранности	8.6 - 14.8
Разница между вышеуказанными диапазонами оценок	0.9 - 1.5

Источник: NNSA, W78 Replacement Program (W87-1): Cost Estimates and Use of Insensitive High Explosives, Report to Congress, (Dec 2018). | GAO-20-703

а Диапазоны стоимости отражают низкие и высокие оценки для одного варианта конструкции. Диапазоны представляют технический и производственный риск и неопределенность.

Функции безопасности и защиты, которые соответствовали бы военному порогу требований - и которые прогнозирует NNSA, могут привести к высокой стоимости БГ и составят около 13,3 млрд. долл., по предварительным данным NNSA оценки предоставят W87-1 возможности, которые уже существуют в другом оружии и в боезапасе, но не в W78. Среди прочего, эти функции включают следующее:

- **Характеристики ВВ.** Использование нечувствительных ВВ высокого класса не требуются, но выбранный взрывчатый материал должен по крайней мере, так же хорош, как и нечувствительные ВВ в сопротивлении горению и детонации. Нечувствительные же ВВ высокого класса предназначены для предотвращения детонации и рассеивания взрывчатых веществ ядерного материала от самых тяжелых ударов и пожаров, которые могут происходить из-за возможных аварий, таких как авиакатастрофа.

- **Огнестойкий материал ядра.** В случае аварии плутоний в ядре оружия может расплавиться в результате сильной жары. Ядро может быть изготовлен в оболочке, устойчивой к сильному нагреву и может содержать расплавленный плутоний.

- **Устройство предохранения от детонации.** Такие механизмы могут быть расположены на главном детонаторе в основной части боеголовки для предотвращения случайного взрыва ВВ, требуя отдельных уникальных и независимых сигналов для каждого детонатора срабатывания.

Функции безопасности и защиты, которые NNSA оценивала во время обзора, которые соответствовали бы цели вооруженных сил и требований NNSA по обеспечению расширенных возможностей сверх военных пороговых требований, могут привести к тому, что стоимость создания БГ высокого класса составит около 14,8 млрд. долл., если бы все они были включены в проект. Эти функции будут новыми для текущий боезапаса или БГ баллистических ракет и могут включать технический риск и проблемы сертификации. Например, в NNSA эта оценка включения механизма, называемого многоточечной безопасностью. NNSA обязана рассмотреть многоточечную безопасность при ремонте боеголовки или замене. Согласно документам NNSA, включение многоточечной безопасности в W87-1 без подземных испытаний потребует решения технических и сертификационных задач.

Согласно документации NNSA, агентство также имеет проектные решения для других функций или компонентов БГ, которые также могут иметь влияние на стоимость, но NNSA еще не задокументированы оценки воздействия этих решений на программу стоимость.

Это например:

- **Технологии цифровой архитектуры.** Представители NNSA заявили, что оценка технологических вариантов для включения цифровой архитектуры вместо обычной электрической, для управления данными или питанием для компонент и подсистем БГ. NNSA рассматривает такие технологии, потому что они могут, помимо других потенциальных преимуществ, способствовать снятию отдельных компонентов с БГ без воздействия на другие компоненты. NNSA указала, что степень включения цифровой архитектуры в БГ может существенно влиять на стоимость программы.

- **Генераторы нейтронов.** NNSA оценивает три варианта нейтронных генераторов в W87-1. Этот неядерный компонент дает дополнительные нейтроны в заданное время для ускорения активации оружия. Один вариант – новый и в технологии ранней стадии, называемый радиационно-стойким электронным нейтронным генератором, может снизить затраты жизненного цикла и увеличить надежность, поскольку его можно повторно использовать после тестирования. Представители NNSA сообщили, что не защищенная от излучения версия этого генератора нейтронов используется в ядерных бомбах. Однако радиационно-стойкий тип никогда не использовался в баллистических системах. В результате включение этого типа нейтронного генератора в W87-1 потребует более тщательного тестирования и сертификации. Радиационное упрочнение потребуется из-за условия окружающей среды, в которых могла бы работать баллистическая ракета.

NNSA также изучает варианты двух других подобных нейтронных генераторов называемых малыми и большими сегнетоэлектрическими (*ferroelectric*) генераторами нейтронов. Эти варианты уже находятся в разработке или производстве на текущий момент LEP. Следовательно, эти нейтронные генераторы были бы разработаны на основе проектов повторного использования и будут проще в тестировании и квалификации. Однако эти нейтронные генераторы, скорее всего, имеют более

высокие производственные затраты, потому что их нельзя повторно использовать после тестирования. Следовательно, NNSA потребуется производить большее их количество по сравнению с радиационно-стойким электронным нейтронным генератором.

• **Новый производственный процесс для радиационного футляра.** По словам чиновников и документов, NNSA оценивает использование нового производственного процесса для изготовления радиационного футляра, содержащего ядерные взрывоопасные компоненты пакета для W87-1. Новый процесс сократит количество этапов производства, снизит операционные затраты и будет более эффективным, таким образом производя меньше отходов. Однако представители NNSA также сообщили, что новый процесс будет стоить дорого, чтобы полностью созреть и достичь готовности к W87-1. В качестве альтернативы агентство может принять решение о производстве частей радиационного футляра используя другой производственный процесс.

В плане управления программой W87-1 отмечалось, что NNSA намерено подготовить окончательный отчет в конце Этапа 6.2 - к 4 кв. 2021 ф.г., в котором будет представлена оценка агентством основных вариантов дизайна для W87-1 и рекомендации NNSA для окончательного выбора дизайна. Чтобы оценить эти возможности и варианты конструкции компонентов, программа W87-1 намеревается проводить исследования для понимания затрат, выгод и рисков.

Обнаружено, что на сентябрь 2020 г. программа W87-1 не следовала руководящим принципам передовой практики иметь исследовательские планы, описывающие подходы к оценке затрат и преимуществ оставшихся функций и вариантов конструкции компонентов, или обосновывать и документировать любые отклонения от передовой практики. В частности:

• Обнаружено, что для наиболее затратного оставшегося проектного решения – решения дополнительного улучшения функций безопасности - NNSA не следовала всем лучшим практикам процедур анализа альтернатив (Analysis of Alternatives, AOA). В частности, обнаружено, что программа W87-1 имеет индивидуальный и неформальный план исследования, который предоставил минимальную информацию по сравнению с руководящими принципами для такого плана. Например, план не предоставил критерии выбора и оценки, которые представляют миссию потребности и требования программы, подробное описание методологии оценки или описание отклонений от лучших практик. Согласно NNSA, исследование, начатое в январе 2019 г., необходимое для предоставления значимого понимания выгод по поручительству и потенциальных затратам к концу сентября 2019 г. для информирования о планировании бюджета на 2021 ф.г. в группе оценки запланировано исследование, но не разработан письменный план исследования начала процесса. В декабре 2019 г. NNSA предоставило предварительный проект отчета об исследовании оценки шести комбинаций функций безопасности и защиты для конструкции W87-1.

• Для других оставшихся важных функций и компонентов решения, таких как цифровая архитектура W87-1 и нейтронный генераторов, у NNSA еще не было планов исследований, которые помогли бы убедиться, что команды, ведущие эти анализы, планируют следовать последовательным, надежным и объективным подходам к оценке затрат и преимуществ каждого из оставшихся дизайнерских решений. Согласно данным руководителей программы W87-1 они намерены разработать исследовательские планы для оставшихся дизайнерских решений, а потому что в программе было только перезапущен примерно годом ранее - в январе 2019 г. - программа была все еще создаются команды для их создания. Чиновники заявили, что интегрированные команды, состоящие из подрядчиков из национальных лабораторий и производственных площадок будут отвечать за разработку подходов к руководству конкретными решениями. В декабре 2019 г. NNSA представила два меморандума, которые обеспечили руководство для исследовательских групп в проведении исследований, но не практики и не требовали разработки исследовательских планов.

NNSA в настоящее время считает, что W87-1 будет самой дорогой программой БГ после окончания холодной войны и будет производиться с использованием полностью новых или модернизированных ядерных и неядерных компонентов, а также потребует разработки ряда новых технологий. Однако, как ранее обсуждалось, программа W87-1 не обязана следовать строгим и лучшим практикам для анализа альтернатив, которые обеспечат уверенность в том, что команды применяют последовательные, надежные и объективные подходы к оценке выбора дизайна. Представители NNSA заявили, что это было на ранней стадии процесса, и многих планов по оценке решений и

дизайнерских сделок еще не было. Тем не менее, представители NNSA в DP также заявили, что подобный процесс принимать адекватные решения по проектированию функций и компонентов на раннем этапе, и что совместный процесс NNSA-DOD Phase 6.X и дополнительный меморандумы по программам W87-1 обеспечивают достаточную строгость, чтобы контролировать дизайн решения и обеспечить их надежность и объективность. Требуя, чтобы исследование планировало использовать оставшиеся функции W87-1 и решения по проектированию компонентов были разработаны в соответствии с лучшими стандартами. практическими рекомендациями для таких планов, включая обоснования и документацию отклонений, даст NNSA лучшую уверенность в том, что группы оценки применяют последовательные, надежные и объективные подходы к оценке выбора дизайна.

В более общем плане NNSA установило, что сложность и риски LEP и программы замены не требуют от них наилучшего соблюдения практики АОО для своих проектных исследований Фазы 6.2 и Фазы 6.2А, или для обоснования и документирования отклонений от этих передовых методов, согласно инструкции NNSA выполнения программы.

**Л29 NNSA может быть в состоянии производить достаточное количество вторичных узлов, но имеет меньшую уверенность в том, что он сможет производить достаточное количество ядер для поддержки производства W87-1**

NNSA имеет некоторую уверенность в том, что она может производить достаточное количество второстепенных узлов для согласования с графиком производства W87-1, поскольку в настоящее время она имеет вторичные производственные возможности, которые она может использовать, если строительство UPF или модернизация существующих объектов задержится. Y-12 National Security Complex производит вторичные узлы в течение многих лет и может продолжать использовать функциональные, но объекты Y-12 деградируют, но будут работоспособны еще в течение нескольких лет, если это необходимо, чтобы компенсировать задержку в UPF или модернизацию других объектов. По словам руководителя урановой программы, возможности UPF будут приведены в соответствие с программой W87-1, и у программы достаточно времени, чтобы подготовиться к производству вторичных узлов, необходимых для программы W87-1 к 2029 ф.г. году, когда они будут необходимы для поддержки производства первых БГ W87-1 в 2030 ф.г.

Тем не менее, NNSA имеет меньше гарантий того, что она сможет производить достаточное количество ядер во времени для поддержания производства W87-1 по своему текущему графику. NNSA стремится восстановить производственные мощности производства ядер на протяжении более 20 лет. Достижение возможности производить 80 ядер в год к 2030 г. является наивысшим приоритетом инфраструктуры NNSA. Планируемое производство NNSA БГ W87-1 полностью зависит от способности NNSA производить до 80 ядер в год от производства на двух объектах - LANL (до 30 ядер в год) и SRS (до 50 ядер в год).

Прежние показатели NNSA, документы агентства и независимое исследование показывают, что достижение и поддержание производства достаточного количества ядер в год может быть сложной задачей, так как:

- NNSA не смогла вовремя спланировать и завершить крупные строительные проекты. Она потратила миллиарды долларов на проектирование и частичное строительство нескольких уникальных крупных проектов капитальных активов (т.е. объектов стоимостью более \$750 млн.), только для переоценки, а в некоторых случаях и в конечном счете для отмены проектов. Сообщалось об улучшении в последние годы выполнения текущих крупных строительных проектов, но в последнее время было начато несколько новых крупных проектов.

- За последние два десятилетия в LANL была дважды приостановлена работа во всей лаборатории после обнаружения значительных проблем с безопасностью. В частности, с июля 2004 по май 2005 г. LANL приостановила свою деятельность по решению проблем безопасности. С 2013 по 2016 год LANL пришлось приостановить работу PF-4 (Plutonium Facility 4) из-за проблем с программой безопасности. Повторение таких проблем в эксплуатации объекта SRS может повлиять на производства зарядов.

- Исследование LANL 2018 г. показало, что LANL максимально способен выдать план NNSA по наращиванию производства зарядов до 30 ядер в 2026 г. и поддержание этого уровня после этого.

- NNSA в октябре 2017 г. для изучения вариантов восстановления производственных мощностей ядер заявила, что производство зарядов в любой из альтернатив, которые NNSA рассмотрела, в том числе с использованием объекта в SRS, вряд ли будет достижимо к 2030 г. даже при самых оптимистичных обстоятельствах.

- Независимое исследование, проведенное в марте 2019 г. Институтом оборонного анализа, показало, что повторное использование объекта SRS для производства ядер в 2030 г. было бы беспрецедентным и не быдл случая, чтобы проект NNSA стоимостью более 700 млн. долл. был завершен ранее, чем за 16 лет. В исследовании был сделан вывод о том, что нельзя ожидать, чтобы ни один доступный вариант производства, рассмотренный NNSA, включая его план по разделению производства между LANL и SRS, не может обеспечить 80 ядер в год к 2030 г.

Основываясь на анализе данных NNSA, было обнаружено, что, если NNSA не сможет достичь и поддерживать свои цели по производству ядер как на LANL, так и на SRS, NNSA не сможет поддерживать график производства БГ W87-1. Если SRS не готова производить ядра к 2030 г. или в течение нескольких лет после этой даты, программа W87-1 должна будет опираться исключительно на заряды производства LANL. Согласно этому сценарию, к 2033 г. программа W87-1 не будет иметь достаточного количества ядер W87-1 для времени запланированного производства. Вместо этого, он будет производить меньше БГ с зарядом W87-1. До 2038 г. – последнего года запланированного производства W87-1 – дефицит производства ядер приведет к тому, что NNSA будет производить гораздо меньше БГ, чем планировалось. Кроме того, если SRS не готова производить ядра и LANL может поддерживать только способность производить в среднем 20 или 10 ядер в год, а не 30, то NNSA будет производить значительно меньше БГ W87-1.

Однако нет оценок, в какой степени NNSA находится на пути к тому, чтобы LANL и SRS были готовы выполнить свои планы по производству ядер для БГ W87-1, поскольку офис программы по плутонию NNSA не завершил комплексный график производства ядер в целом.

Руководитель плутониевой программы заявил, что программа по плутонию никогда не имела комплексного генерального графика, поскольку после ограниченного производства ядер последней производимой БГ БР W88 с 2007 по 2012 г. не было четкого спроса на их производство в течение нескольких лет, и у офиса программы было ограниченное количество сотрудников для реализации такого обязательства. Он также отметил, что усилия по рекапитализации LANL и перепрофилированию SRS пока не имеют графика собственных базовых показателей. В частности, на уровне проекта NNSA еще не имеет комплексного генерального графика даже для уже предпринятых усилий по рекапитализации LANL, поскольку ранее она управляла проектом в качестве операций по поддержанию, которые не требуют комплексного генерального графика. Отчет, сопровождающий законопроект об ассигнованиях на 2019 г., поручил NNSA управлять дальнейшим капитальным благоустройством LANL как строительным проектом. Такие проекты капитальных активов должны управляться в соответствии с приказом 413.3В, который требует комплексного основного графика. По данным отчета NNSA за июнь 2019 г., к 2021 ф.г. в рамках программы ядер будет осуществляться управление дальнейшими улучшениями капитала LANL в соответствии с приказом 413.3В.

**Л34 Программа W87-1 не разработала планы смягчения риска недостаточности ядер, а программы W87-1 и плутония имеют только условные концепции смягчения рисков**

Программа W87-1 еще не разработала формальных планов снижения рисков для устранения риска нехватки ядер для поддержания производства W87-1, и как программа W87-1, так и программа по плутонию имеют лишь условные концепции для решения этого риска. Если NNSA не сделает достаточно ядер W87-1 для поддержания производства W87-1, то первоначальная условная концепция программы W87-1 для смягчения риска для производства W87-1 не будет отвечать военным требованиям и будет дорогостоящей. Согласно отчету NNSA за май 2019 г. Конгрессу, документации LANL и должностных лиц программы W87-1, основа концепции снижения риска NNSA заключается в повторном использовании некоторых ядер до тех пор, пока новые ядра W87-1 станут доступны. Согласно этому отчету NNSA. и документации LANL, когда достаточное количество ядер W87-1 будет доступно позже, NNSA может выполнить вторую (повторную) сборку (second alteration), чтобы заменить повторно использованные ядра зарядов W87-1. Такой подход увеличит объем работы, необходимой для завершения боеголовки W87-1, что, вероятно, приведет к задержке

конечного производства, и может сказаться на наличии персонала и оборудования для последующих LEPs. Представители программы W87-1 заявили, что NNSA не имеет оценок затрат на тестирование и квалификацию этой концепции или выполнить вторую сборку (second alteration).

В декабре 2019 г. высокопоставленные должностные лица NNSA предложили Конгрессу ряд дополнительных концепций снижения рисков, которые не были включены в доклад Конгресса за май 2019 г. Одна из таких концепций заключается в том, что эти БГ W87-1 с повторно использованными ядрами остаются в этой конфигурации и помещаются в запас ядерного оружия, а не развертываются. Предлагаемые дополнительные концепции NNSA включали (1) расширение производства БГ W87-1, что не увеличивало бы окончательный срок производства и могло бы привести к увеличению расходов; или (2) производить меньше БГ W87-1, которые не будут отвечать требованиям США в области ядерного оружия. В феврале 2019 г. представители NNSA заявили, что предложенные концепции будут выполнены в координации с Министерством обороны.

Должностных лица NNSA и представители LANL сообщили, что LANL изучал повторное использование ядер и уверен, что ядра могут быть технически жизнеспособным вариантом резервного копирования. LANL задокументировал свою оценку повторного использования ядра в трех исследованиях, начиная с 2013 по 2015 год, каждое из которых определило, что повторное использование ядра было жизнеспособным вариантом для рассмотрения. В частности, в 2015 г. LANL задокументировал достижение важной вехи в своих оценках прогностического потенциала для моделирования повторного использования ядра в поддержку цели сертификации системы повторного использования ядра без подземных ядерных испытаний. Независимая экспертная группа также заявила, что было бы технически целесообразно повторно использовать ядра.

Тем не менее, существует некоторая неопределенность в отношении желательности стратегии повторного использования ядер. В частности, в докладе NNSA за май 2019 г. отмечалось, что повторное использовать ядра является неоптимальным решением, которое не позволяет как улучшить безопасность и сохранность W87-1, так и недавно изготовленные ядра. В докладе также отмечается, что эта концепция приведет к снижению показателей эффективности W87-1 и повышению неопределенности в эффективности из-за возраста плутония. В письме независимой экспертной группы, направленном в NNSA в ноябре 2019 г., говорится, что исследования по старению плутония не были достаточно приоритетными в течение последнего десятилетия, и рекомендовалось провести дополнительные работы по снижению потенциальных рисков, связанных со старением зарядов. Она также заявила, что повторное использование старых зарядов в восстановленных первичных системах может решить некоторые проблемы, но не может изменить сами старые ядра. Независимая группа экспертов также подняла вопросы о принципах, используемых для оценки таких систем; заявил, что неясно, каким образом такие системы будут сертифицированы; и в своем письме за ноябрь 2019 г. предостерегли от того, чтобы забрать запасы с подземной испытательной базы, используемой для сертификации оружия. В 2013 г. NNSA задокументировала свою оценку концепции повторного использования в отношении недавно изготовленных ядер W87 в презентации решения по выбору ядра. В этой презентации отмечалось, что ключевым элементом отбора ядра W87-1 является ее сильная база ядерных испытаний и что сертификация повторно использованной ядер системы без подземных испытаний представляет неизвестные риски. Однако в октябре 2019 г. представители LANL заявили, что исследования, проведенные с тех пор, дали им лучшее понимание рисков.

В знак признания риска производства недостаточного количества ядер NNSA представила условные стратегии увеличения производства ядер на LANL или поэтапного осуществления усилий по привлечению производства зарядов на SRS. Например, одна из предложенных NNSA стратегий, о которую Институт оборонного анализа сообщил в марте 2019 г., заключается в том, чтобы «увеличить» производство до 80 ядер в год на LANL. Это было бы технически возможно, согласно исследованию, но это может поставить под угрозу способность LANL производить до 30 зарядов в год к 2026 г., будет проблемой для выполнения к 2030 г., и не будет устойчивым в долгосрочной перспективе. Согласно анализу целей NNSA по производству зарядов, представленных в **таблице 1** части 1 статьи, даже при старте сначала до 151 ядра, которые могут быть произведены на LANL с 2023 по 2029 год, LANL придется значительно увеличить производство ядер для завершения про-

изводства W87-1 к 2038 г. Кроме того, менеджер по плутонию заявил, что SRS может сосредоточиться на приведении производственных "линий" в режим работы поэтапно, начиная с 2030 г., подобно наращиванию в LANL, а не все сразу. Согласно анализу, если NNSA сможет выполнить такую стратегию, то производства ядер может быть достаточно для поддержания производства W87-1.

Согласно руководству NNSA, конечная цель управления рисками заключается в повышении шансов на успех деятельности путем привлечения внимания к проблемным областям на раннем этапе и сокращения объема дорогостоящих переделок в будущем.

### **Выводы**

Программа W87-1 может стать по оценкам NNSA самой дорогостоящей модернизацией БГ со времен окончания холодной войны, способной продлить срок службы или заменить боеголовку.

Оставшиеся решения по проектированию функций и компонентов могут повлиять на стоимость программы, но NNSA пока не имеет планов исследований, которые помогли бы гарантировать, что программа использует последовательные, надежные и объективные подходы для анализа затрат и преимуществ этих оставшихся решений.

NNSA необходимо будет использовать недавно изготовленные и уже использованные ранее ядра для БГ W87-1, что представляет собой критический внешний риск для программы W87-1. График производства NNSA БГ W87-1 зависит от способности NNSA выполнять свои производственные цели по ключевым ядерным компонентам.

Программа W87-1 также еще не разработала документально подтвержденные планы снижения риска для устранения риска недостаточного количества ядер для поддержания производства W87-1.

### **Список литературы**

National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2019

Nuclear Posture Review, Washington, D.C.: Feb. 2018.

Department of Defense and NNSA, Procedural Guideline for the Phase 6.X Process (Washington, D.C.: December 2015).

DOE, Nuclear Explosive and Weapon Surety Program, Order 452.1E (Washington, D.C.: January 26, 2015).

Department of Energy (DOE) Order 452.1E, Nuclear Explosive and Weapon Surety Program

DOE, Program and Project Management for the Acquisition of Capital Assets, Order 413.3B, Chg. 5 (Washington, D.C.: April 12, 2018).

NNSA, Risk and Opportunity Management Methodology Guidance, T057 (Washington, D.C.: June 30, 2012).

NNSA, Defense Programs PPD-35 Implementation Guide: Use Control Requirements (Washington, D.C.: June 2016).

NNSA, Phase 6.X Process, Supplemental Directive, SD 452.3-2 (Washington, D.C.: Jan. 19, 2017).

NNSA, Implement Phase 6.X Process, Defense Programs Business Process System R006 (Washington, D.C.: Jan. 01, 2018).

NNSA, W78 Replacement Program (W87-1): Cost Estimates and Use of Insensitive High Explosives, Report to Congress (Washington, D.C.: December 2018).

NNSA, W78 Replacement Program (W87-1 Modification Program): Analyses of Alternatives and Requested Information, Report to Congress (Washington, D.C.: May 2019).

NNSA Office of Defense Programs, W87-1 Modification Program Surety Risk/Benefits Analysis Final Report (Washington, D.C.: Sept. 20, 2019).

NNSA, DP Program Execution Instruction: NA-10 Program Management Tools and Processes (Washington, D.C.: June 2019).

NNSA, Plutonium Pit Production Scope, Cost, and Schedule: Report to Congress. (Washington, D.C.: June 2019).

NNSA, Fiscal Year 2020 Stockpile Stewardship and Management Plan (Washington, D.C.: July 2019).

GAO, Capital Program Costs, GAO-09-3SP (Washington, D.C.: Mar. 2, 2009).

GAO, DOE and NNSA Project Management: Analysis of Alternatives Could Be Improved by Incorporating Best Practices, GAO-15-37 (Washington, D.C.: Dec. 11, 2014).

GAO, Amphibious Combat Vehicle: Some Acquisition Activities Demonstrate Best Practices; Attainment of Amphibious Capability to be Determined, GAO-16-22; (Washington, D.C.: Oct. 28 2015).

GAO, Schedule Assessment Guide: Best Practices for Project Schedules, GAO-16-89G (Washington, D.C.: December 2015).

GAO, Modernizing the Nuclear Security Enterprise: A Complete Scope of Work is Needed to Develop Timely Cost and Schedule Information for the Uranium Program, GAO-17-577 (Washington, D.C.: September 8, 2017).

GAO, Nuclear Weapons: NNSA Has Taken Steps to Prepare to Restart a Program to Replace the W78 Warhead Capability, GAO-19-84 (Washington, D.C.: Nov. 28, 2018).

GAO, High Risk Series: Substantial Efforts Needed to Achieve Greater Progress on High-Risk Areas, GAO-19-157SP (Washington, D.C.: Mar. 6, 2019).

GAO, Nuclear Weapons: Additional Actions Could Help Improve Management of Activities Involving Explosive Materials, GAO-19-449 (Washington, D.C.: June 17, 2019).

GAO, Nuclear Weapons: NNSA Should Further Develop Cost, Schedule, and Risk Information for the W87-1 Warhead Program, GAO-20-207C (Washington, D.C.: Feb. 28, 2020).

GAO, NUCLEAR WEAPONS. NNSA Should Further Develop Cost, Schedule, and Risk Information for the W87-1 Warhead Program. GAO-20-703. (Washington D.C.: September 9, 2020).

NNSA Office of Defense Programs, W87-1 Modification Program Surety Risk/Benefits Analysis Final Report (Washington, D.C.: Sept. 20, 2019).

JASON, Technical Considerations for the Evolving U.S. Nuclear Weapons Stockpile, JSR-14-Task-006 (McLean, VA: June 2015).

JASON, Letter Report to U.S. Department of Energy Defense Programs NA-11 (Nov. 23, 2019).