

Программа создания боеголовки W87-1 для новой МБР США (часть 1)

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 в 2019 ф.г. возобновили программу W87, чтобы заменить возможности стареющей ядерной боеголовки МБР Минитмен III W78 на новую БГ W87-1. NNSA приняла ключевые проектные решения для этого оружия в 2010 г. до тех пор, пока программа не была приостановлена в 2014 г. NNSA подсчитала в декабре 2018 г., что W87-1 будет стоить от \$8,6 до \$14,8 млрд. долл., что может сделать ее самой дорогой программой модернизации боеголовок на сегодняшний день.

Оценка современной ситуации

Проектные решения, которые будут достигать либо минимальных или повышенных требований к W87-1 (ее бывшее название - *Interoperable Warhead 1*) влияют на стоимость (см. таблицу 1). Вместе с тем обнаружено, что у NNSA еще нет планов исследований для оценки затрат и выгод от проектных решений в соответствии с передовой практикой. NNSA и только рекомендует, чтобы такие программы, как W87-1, следовали этим практикам.

Таблица 1 Оценки NNSA стоимости для W87-1 при вариации дизайна боеголовок, которые отвечают минимальным и Повышенные требования, на декабрь 2018 года (млрд. долл.)

Вариации дизайна БГ W87-1	Диапазон стоимости
Конструкция включает в себя функции, которые отвечают минимальной безопасности и сохранности	7,7-13,3
Конструкция включает в себя расширенные функции безопасности и сохранности	8,6-14,8
Разница между вышеуказанными диапазонами оценки	0,9-1,5

Источник: Документация Национального управления ядерной безопасности (NNSA) GAO-20-703

Диапазоны затрат отражают низкие и высокие оценки для каждого варианта проектирования. Диапазоны представляют технический и производственный риск и неопределенность.

Предыстория

С 2010 г. Министерство обороны (МО, DOD), Министерство энергетики (МЭ, DOE) и Национальное управление ядерной безопасности (NNSA) США стремились заменить ядерную боеголовку (БГ) W78, которая установлена на межконтинентальных баллистических ракетах (МБР) ВВС США. Представленная еще в 1979 г., БГ W78 является старейшим оружием в ядерном арсенале США, который не претерпел значительного продления жизни или программы замены, и компоненты в W78 стареют. Как сообщалось в ноябре 2018 г., программа по замене W78 началась в 2010г., но была приостановлена в 2014 г., отчасти из-за бюджетных ограничений. Обзор Nuclear Posture Review 2018 поручил NNSA перезапустить программу замены W78 в 2019 ф.г., чтобы она могла быть направлена на новую систему МБР ВВС. Программа замены W78, теперь известная как программа модификации W87 (W87-1), может стать самой дорогой программой замены боеголовок, согласно предварительной смете расходов NNSA за декабрь 2018 г. (см. таблицу выше). В частности, проектная стоимость W87-1 варьировалась от \$8,6 млрд до \$14,8 млрд с 2020 по 2037 ф.г.

При выполнении программы продления срока службы боеголовок (LEP) или программы замены, такой как модификация W87-1, Министерство обороны при участии NNSA определяет военные характеристики боеголовки – технические характеристики, требования к безопасности и сохранности БГ, которые МО уточняет с течением времени и завершает до того, как NNSA начнет производство. NNSA определяет технические требования к боеголовке на основе ее миссии по повышению безопасности ядерных запасов. NNSA разрабатывает и производит боеголовки для удовлетворения этих требований и отвечает за обеспечение и проверку эффективности оружия в соответствии с этими требованиями.

Несмотря на название, W87-1 не является программой по изменению существующих боеголовок W87-0, которые впервые вошли в боезапас в 1986 г. и прошли программу продления жизни с 1994 по 2004 г. Это программа их замены запланирована на середину 2030-х гг. На рисунке 1 ниже показан W87-0 внутри бронетранспортер Mk21; будущий W87-1 призван быть похожим по размеру и форме.

Рисунок 1: Ядерная боеголовка W87-0 в ГЧ Mk21

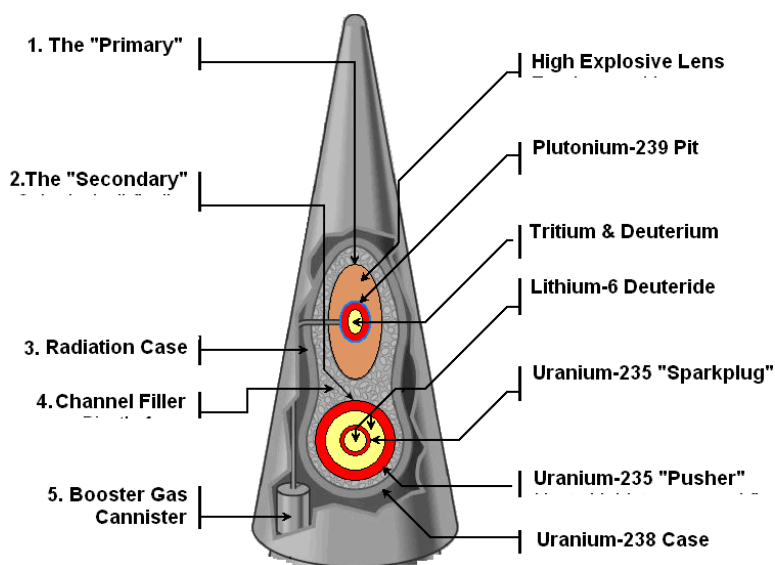


Большинство видов оружия в ядерном арсенале США являются двухступенчатым ядерным оружием. Первая ступень, известная как первичная, состоит из полого ядра (pit) обычно изготавливаются из плутония и других материалов, окруженного высокомоощным взрывчатывм веществом (ВВ). Вторая ступень, известная как вторичная, может состоять из урана, лития и других материалов. Первичная и вторичные вместе называются ядерно-взрывная упаковка оружия (nuclear explosive package, в отечественной терминологии – термоядерный боевой заряд).

При взрыве эти ядерные компоненты создают взрывную силу оружия, или «мощность (yield.)». В ядерный взрывной комплекс (боевой заряд, БЗ) входит также набор неядерных компонентов, которые контролируют и поддерживают последовательность детонации и обеспечивают ее безопасность и охрану от вмешательства человека и от воздействия окружающей среды, все это устанавливают в боеголовку (англ. reentry vehicle - возвращаемый модуль).

Состав и названия компонентов типовой БГ США приведены на рисунке 2.

Рисунок 2: Состав БЗ БГ ракет СН США



В то время, когда программа W87 была приостановлена в 2014 г., NNSA оценивала, следует ли модернизировать, повторно использовать или заменить боеголовку W78, в конечном счете выбрав замену. В частности, NNSA решила заменить БГ W78 боеголовкой на основе первичного заряда W87, поскольку она будет отвечать военным требованиям и может быть сертифицирована без подземных ядерных испытаний.

При перезапуске программы, NNSA планирует продолжить оценку вариантов проектирования для удовлетворения требований Министерства обороны и NNSA, с целью принятия решения о проектировании архитектуры системы в 2022 ф.г. Оставшиеся решения охватывают целый ряд функциональных областей боеголовки, включая технологии обеспечения безопасности, материалы внутри пакета ядерных взрывчатывм веществ и производственные процессы для ядерных и неядерных компонентов. Ключевой проблемой в определении базового дизайна для W87-1 является необходимость разработки новых технологий для замены устаревших конструкций и устаревших материалов, а также для повышения безопасности и сохранности БЗ, времени производства, и удобства

обслуживания. БГ W87-1 станет первым оружием, которое NNSA произведет с использованием совершенно новых или восстановленных ядерных и неядерных компонентов после окончания холодной войны.

Однако, многие из объектов, которые могут потребоваться для обеспечения компонентов для W87-1, являются неадекватными, проходят модернизацию (либо строятся заново, либо ремонтируются существующие объекты), что представляет собой критический внешний риск для программы. Например, в настоящее время США ограничены в производстве ядер; они не производили новые ядра для использования в оружии с 2012 г. и не имели возможности производить более 10 ядер в год в течение более чем двух десятилетий.

Фон

Эффективность, безопасность и требования сохранности W87-1

В феврале 2019 г. Совет по ядерному оружию (Nuclear Weapons Council) утвердил самые последние требования ВВС к военным характеристикам W87-1. Они определяют эффективность, безопасность и требования к сохранности боеголовки. Военные характеристики также определяют минимальные, или "пороговые" требования, которые призваны улучшить ее функции безопасности и сохранности. Ключевыми пороговыми требованиями являются система первичного взрыва (primary implosion system), устойчивая к пожарам и детонации, а также улучшенные функции безопасности для предотвращения несанкционированного использования БГ в условиях автомобильного транспорта. Кроме того, военно-воздушные силы и NNSA определили факультативные "объективные" повышенные требования к безопасности, которые NNSA должна оценивать на основе затрат, выгод и рисков.

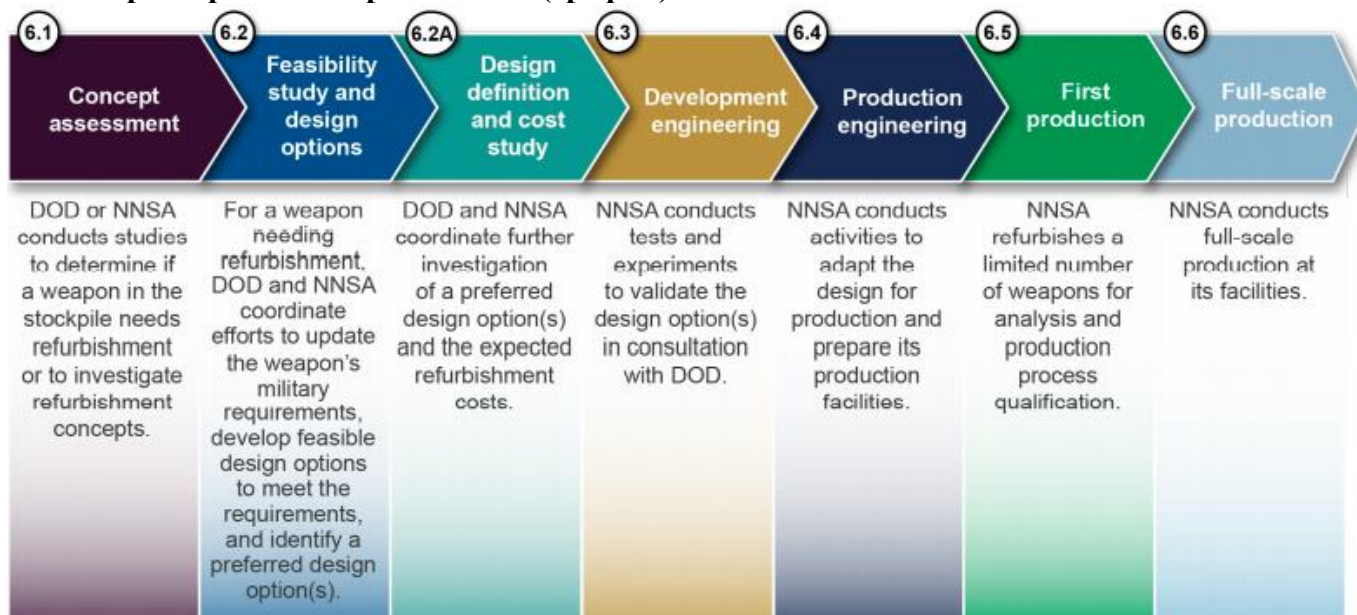
NNSA сообщила, что включение нечувствительных взрывчатых веществ в W87-1 является ключевым требованием безопасности зарядов. Из-за их большой нечувствительности к падению, удару или пожару по сравнению с обычными ВВ, которые используются в W78, в том числе взрывчатым веществам, W87-1 повысит безопасность во время производства, сборки, технического обслуживания и транспортировки БГ на объекты NNSA и ВВС и из них. Кроме того, ожидается, что использование нечувствительных ВВ позволит использовать более широкий спектр тактики, методов и процедур безопасности для обеспечения безопасной транспортировки боеголовки. NNSA сообщила, что она ожидает, что нечувствительные ВВ, чтобы помочь уменьшить один из самых трудных условий - риска безопасности, выявленных ВВС для своих МБР в ходе раннего исследования для W87-1-перевозки МБР на большие расстояния от баз ВВС в примерно 450 географических объектов запуска МБР.

Дополнительным ключевым военным требованием для программы W87-1 является то, что боеголовка может быть сертифицирована для использования без необходимости проведения новых испытаний ядерных взрывных устройств. В частности, первичный узел W87 был сертифицирован на основе нескольких подземных испытаний и многих подтверждающих испытаний на безопасность и защищенность и, таким образом, имеет мощную подземную ядерную испытательную базу. Независимая группа экспертов отмечает, что первичный узел БГ W87 был хорошо испытанной системой, которая обеспечивает высокую степень уверенности в ее ядерных характеристиках. Атомное ядро W87, как неотъемлемая часть первичного узла W87, также удовлетворяет ряду требований ВВС и NNSA, который отличается повышенной огнестойкостью и хорошо работает в системе взрыва, управляемой нечувствительными бризантными ВВ. Первичная система W87-1 включает две модификации конструкции W87-0 для обеспечения улучшенных функций безопасности. Основная конструкция W87 обеспечивает высокую уверенность в том, что оружие будет работать по назначению без необходимости подземных испытаний, согласно документации и представителям Ливерморской Национальной лаборатории (НЛ).

Фаза 6.X процесса управления программами продления жизни NNSA

МО США и NNSA создали процесс, известный как процесс фазы 6.X, для совместного управления LEPs БГ. Согласно документу Совета по ядерному оружию, NNSA будет следовать этому процессу для управления программой W87-1.

Предварительное расписание (график) NNSA для W87-1



Source: Nuclear Weapons Council. | GAO-20-703

NNSA разработала предварительный график для программы W87-1 в рамках фазы 6.X процесса, который включает в себя мероприятия до 2038 ф.г. Расписание предназначено для согласования в ключевых точках с графиком BBC по процессу приобретению МБР GBSD. Согласно предварительному графику NNSA, программа будет делать следующее:

- **Проведение оставшихся этапов 6.2 (Варианты осуществимости и проектирования)**, включая оценку оставшихся вариантов проектирования функций и компонентов для боеголовок, выбор предпочтительных вариантов проектирования и разработку сметы расходов для них к концу 3 кв. 2021 ф.г. NNSA ранее завершила этап 6.1 и была уполномочена Советом по ядерному оружию начать этап 6.2 в июне 2012 г. NNSA не завершила 6-й этап до того, как программа была приостановлена в 2014 г.

- **Проведение этапа 6.2A (Определение дизайна и исследование затрат)** в течение 1 года, начинающегося в 4 кв. 2021 ф.г. На этом этапе NNSA планирует разработать предварительную смету расходов по программе, называемую докладом о проектировании и стоимости оружия - *CEPE (Cost Evaluation and Program Evaluation)* NNSA должна подготовить независимую смету расходов.

- **Начало этапа 6.3 (Разработка)** в 4 кв. 2022 ф.г. и начало перехода к этапу 6.4 (Производственное машиностроение) в 4 кв. 2024 ф.г. На этих этапах NNSA разработает окончательный базовый проект и базовый уровень затрат, а также приступит к подготовке отдельных отчетов приобретения, в которых подробно описана общая стоимость программы, график и эффективность.

- **Начало производства первой боеголовки - фазы 6.5** - во 2 кв. 2030 ф.г., с тем чтобы она была согласована с планом BBC по МБР GBSD в том же году.

- **Начать этап 6.6 (полномасштабное производство)** во 2 кв. 2031 ф.г. и завершить последний производственный блок в 2038 ф.г.

Требования NNSA и руководство по проведению исследования вариантов дизайна во время фазы 6.2

NNSA установила следующие процедурные требования и рекомендации для проведения исследований вариантов проектирования на этапе 6.2:

- В соответствии с дополнительной директивой NNSA Phase 6.X во время фазы 6.2 требуется программа для разработки, анализа и изготовления выбора дизайна БГ среди вариантов. Исследование фазы 6.2 должно сосредоточиться на компонентах и технологии для вариантов дизайна и должны включать анализ компромиссов при проектировании, а также затрат и выгод.

- Согласно инструкции выполнения программы DP (*Office of Defense Programs*), программы проводят анализ альтернатив (*Analysis of Alternatives, AOA*) или аналогичные исследования, необходимые в процессе фазы 6.X. Фаза 6.1, согласно инструкции, ориентирована на альтернативы по

оценке программы продления срока службы или ремонта и технического обслуживания. В Фазах 6.2 и 6.2А, инструкция гласит, что альтернативы относятся к конкретным вариантам дизайна или технологии. При исполнении LEP или программы замены, единственное требование по программе инструкция исполнения заключается в том, что такие исследования следуют установленным методологии документирования рассмотренных вариантов и основ для выводов. Инструкция выполнения программы рекомендует, чтобы программы, выполняющие АОА или подобное исследование составили план работ с изложением целей, запланированной методологии и представлением графика. Он также рекомендует окончательный отчет, информирующий лицо, принимающее решение, об основных результатах исследования методологии.

- NNSA установило порядок ведения бизнеса АОА (АОА бизнес-процедура) для приобретения основных средств, что считается дополнительным руководством для LEP и программ замены. АОА бизнес-процедура, АОА должны выполняться в соответствии с передовой практикой GAO (*Government Accountability Office*) по проведению АОА. Поскольку ранее сообщалось, эти передовые методы могут быть применены к широкому спектру деятельности, в которой необходимо выбрать альтернативу набор возможных опций, а также широкий спектр возможностей области проектов и программ. Они могут служить основой для обеспечения гарантии, что организации последовательно и надежно выбирают альтернативу, которая лучше всего отвечает потребностям миссии. Бизнес-процедура АОА предоставляет более конкретное направление программам о необходимом АОА элементы, таких как план исследования и заключительный отчет. Например, в плане должны быть указаны данные и ресурсы, необходимые для завершения исследования, критерии отбора и оценки, которые представляют миссию потребности и программные требования, а также достаточно подробный описание методологии, которую команда АОА намеревается применять для каждом этапе анализа. Когда невозможно следовать лучшим практикам, любые отклонения должны быть обоснованы и задокументированы в плане исследования и представлен заключительный отчет. В бизнес-процедуре АОА указано, что требования предназначены для обеспечения того, чтобы АОА предоставляли лицам, принимающим решения, надежные и объективные оценки нужных вариантов для наилучшего удовлетворения миссии. Для таких программ, как LEP или программы замены, которые проводят АОА или аналогичные исследования, выполнение программы инструкция рекомендует, чтобы такие программы использовали ту же аналитическую строгость и передовой опыт, что и в бизнес-процедура АОА.

Объекты NNSA, модернизируемые для производственных потребностей W87-1

В программах DP, отличных от программы W87-1, NNSA предпринимает усилия по расширению и модернизации объектов и инфраструктуры, составляющих предприятия физической ядерной безопасности. В рамках этих усилий NNSA модернизирует и перепрофилирует производственные мощности для производства ядер и вторичных материалов, необходимых для создания W87-1, как описано ниже:

- **Производственные мощности для ядер:** NNSA развивает способность произвести и сертифицировать одно ядро (первичный узел – атомный детонатор) в 2023 г., произвести до 30 ядер в 2026 г. и до 80 ядер в 2030 г. В 2014 г. Совет по ядерному оружию подтвердил Конгрессу, что необходимо NNSA для разработки возможность производства от 50 до 80 ядер в год. Для достижения этой цели в мае 2018 г. администратор NNSA представил Конгрессу план NNSA разделить производства ядер между объектами на двух площадках. Согласно NNSA, этот двойной подход - лучший способ управлять стоимостью, графиком и рисками такого предприятия и обеспечить повышенную отказоустойчивость, гибкость и избыточность, не полагаясь на единственную производственную площадку. Для первого этапа этого плана NNSA модернизирует свою плутониевую установку (PF-4) в LANL, чтобы производить 30 ядер в год, начиная с 2026 ф.г. Второе направление - перепрофилировать частично построенный завод по производству смешанного оксидного топлива на Заводе в Savannah River Site (SRS) в Южной Каролине для производства 50 ядер в год. Согласно документации NNSA, агентство по предварительным оценкам, модернизация PF-4 обойдется в 3 млрд.долл. в течение следующих 5 лет, а также преобразование и ввод объекта в SRS будет стоить примерно 4,6 млрд.долл. NNSA использует средства плутониевая программа для этих проектов.

В планах NNSA увеличение производственных мощностей до 30 ядер в год на LANL к 2026г. и 50 ядер в год на SRS к 2030 г. (см. таблицу 1). Этот график предназначен для поддержки производства до окончательного производства последнего W87-1 в 2038 г.

Таблица 1 – Анализ возможностей, необходимых для выполнения целей NNSA на 2023-35 ф.г.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Производство ядер заряда LANL	1	10	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Производство ядер заряда SRS								50	50	50	50	50	50
Произведенные ядра (итог)	1	11	31	61	91	121	151	231	311	391	471	551	631

Примечание: LANL - Лос-Аламосская национальная лаборатория? SRS - Саванна-Ривер-Сайт (завод по производству ядер)
 Источник GAO analysis of 50 U.S.C. § 2538a and NNSA's Fiscal Year 2020 Stockpile Stewardship Management Plan. | GAO-20-703

● **Производственные мощности для вторичного оборудования:** NNSA строит Завод по переработке урана (UPF) на территории комплекса национальной безопасности Y-12 в Теннесси, чтобы помочь изготовить вторичные детали для программы W87-1. NNSA планирует достроить объект за не более чем за 6,5 млрд. долл. к концу 2025 г. - примерно за 4 года до плановой поставки первой серийной боевой части W87-1. Эта объект частично заменит существующее здание 9212, в котором проводятся наиболее опасные операции с обогащенным ураном, не соответствующие современным стандартам ядерной безопасности. Кроме того, NNSA инвестирует в модернизацию других существующих объектов на Y-12, в т.ч. корпуса 9215 и 9204-2E, которые поддерживают и выполняют вторичное производство.

Выводы

Программа W87-1 может стать по предварительным оценкам NNSA самой дорогостоящей модернизацией 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.

Инструкция по выполнению программы DP рекомендует, но не требует, чтобы проектные исследования, аналогичные AOAs для LEPs и программ замены, используют аналитическую строгость и лучшие практики процедуры AOA NNSA для приобретения капитальных активов. Вместо этого, в соответствии с инструкцией по выполнению программы DP, NNSA позволяет таким программам, как W87-1, адаптировать свой подход и отклоняться от руководящих принципов наилучшей практики в бизнес-процедуре NNSA для удовлетворения потребностей программы. Требование о том, чтобы программа W87-1 состояла в том, чтобы планы обучения оставшимся исследованиям в области проектирования функций и компонентов соответствовали руководящим принципам наилучшей практики для таких планов в рамках процедуры AOA NNSA, обеспечит гарантию того, что в исследованиях применяются последовательные, надежные и объективные подходы. В более общем плане пересмотр инструкции DP с целью требовать, чтобы проектные исследования для LEPs и программ замены следовали передовой практике AOA, например, имея план исследований, предоставили бы NNSA лучшую уверенность в том, что такие программы применяют последовательные, надежные и объективные подходы к оценке наилучших вариантов для удовлетворения потребностей миссий.

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).