

ВЕРИФИКАЦИЯ ЗАКРЫТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИЗБЫТОЧНЫХ БОЕГОЛОВОК ИЛИ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ СТАТУСА: ТЕХНИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

Олег Бухарин, Джеймс Дойл

Российское министерство атомной энергии заявило, что на двух из четырех существующих предприятиях будут прекращены сборка и разборка ядерных боеголовок. Сокращение вооружений может привести к закрытию дополнительных предприятий в России и других странах, обладающих ядерным оружием. Режим прозрачности для контроля над закрытием этих предприятий или изменением их статуса может стать важным элементом будущих инициатив по контролю над вооружениями и нераспространению, а также возможным элементом растущего российско-американского партнерства. В этой статье исследуются возможные подходы к контролю над предприятиями, где ранее производилась сборка ядерных боеголовок, и обсуждаются ожидаемые трудности осуществления такого режима прозрачности.

Статья получена редакцией 3 декабря 2001 г. и принята к публикации 15 мая 2002 г.

О.Бухарин – участник программы по науке и всеобщей безопасности в Принстонском университете.

Дж.Дойл – сотрудник отдела по безопасности нераспространения в Лос-Аламосской национальной лаборатории.

Почтовый адрес: Oleg Bucharin, Program on Science and Global Security, 221 Nassau St., Princeton, NJ 085442. Адрес электронной почты: bucharin@princeton.edu

ВВЕДЕНИЕ

Сокращение ядерных вооружений после холодной войны сделало ненужными части инфраструктур производства ядерных боеголовок в США и России. Эти ставшие избыточными предприятия следует либо закрыть, либо очистить и перевести на задачи, отличные от производства ядерного оружия. Ряд будущих инициатив по сотрудничеству в ядерной безопасности могут содержать международный мониторинг и меры прозрачности для уверенности в том, что такие предприятия больше не используются в производстве ядерного оружия.

Например, в течение нескольких лет американские и российские технические эксперты вместе разрабатывали технологии и процедуры, которые в принципе могут применяться при контроле над демонтажем ядерного оружия. Поскольку Россия обладает значительно более крупным комплексом производства боеголовок (четыре предприятия по сборке боеголовок в сравнении с одним американским), определенные договоренности по объяснению производства новых боеголовок и по мониторингу завершения производственных возможностей могут оказаться существенным элементом будущих соглашений для подтверждения информации по запасам боеголовок и делящимся материалам. Такие меры уменьшат тревоги США по поводу того, что Россия могла бы использовать свой огромный комплекс по производству боеголовок для быстрого расширения арсенала боеголовок в сценарии разрыва отношений в период возросшего международного напряжения.

В частности, электромеханический завод «Авангард» в Сарове (бывший Арзамас-16) и производственное объединение СТАРТ в Заречном (Пенза-19), то есть два из четырех российских заводов по серийному производству боеголовок, должны прекратить производство ядерного оружия и могли бы стать потенциальными объектами для мониторинга. Как сообщается, «Авангард» и СТАРТ уже прекратили сборку новых вооружений, а российское министерство атомной энергии (Минатом) объявило о планах прекращения работ по демонтажу боеголовок на этих предприятиях в 2003 г.

Прозрачность производства ядерного оружия была бы особенно важной для будущих

глубоких сокращений вооружений. Уменьшение арсенала до уровня сотен боеголовок скорее всего потребует международного соглашения о контроле над вооружениями между пятью признанными обладателями ядерного оружия, которое призовет к параллельному и проверяемому сокращению ядерных арсеналов и соответствующих производственных инфраструктур. Небольшие ядерные арсеналы могут поддерживаться относительно небольшими производственными предприятиями, которые, например, можно было бы совместить с национальными исследовательскими центрами по ядерному оружию. Производство боеголовок в промышленном масштабе будет прекращено и демонтировано проверяемым образом (или поставлено под контроль) для уверенности в том, что процесс сокращения вооружений не сорван.

Если подобные многосторонние соглашения, ограничивающие ядерные вооружения, были бы достигнуты в будущем, разработанные для контроля над закрытием оружейных предприятий в США или России методы и технологии могут стать ценной моделью для действий других стран.

Эта статья направлена на исследование подходов к контролю над предприятиями, о которых известно, что там раньше собирались боеголовки. Используя примеры бывших и существующих предприятий по производству вооружений в США и России, статья обсуждает возможные цели подобного режима прозрачности и ожидаемые трудности его реализации.

ПРЕДПРИЯТИЯ ПО СБОРКЕ/РАЗБОРКЕ ЯДЕРНЫХ БОЕГОЛОВОК

Что входит в состав предприятия по сборке/разборке ядерных боеголовок и при каких условиях его можно рассматривать в качестве «закрытого» или «преобразованного»? Соединенные Штаты, Россия и другие ядерные державы разработали (каждая сама по себе) специальные, надежные и безопасные установки для операций по монтажу и демонтажу ядерных боеголовок (см. табл.1). Эти установки служат критическими элементами национальных инфраструктур ядерного оружия.¹

В число их обширных операционных задач входят производство новых боеголовок, демонтаж снятых с вооружения боеголовок, модернизация и обновление боеголовок, наблюдение за арсеналом и испытания компонентов, создание испытательных стендов и модификация находящихся в арсенале боеголовок для летных испытаний (эта операция включает в себя замену делящихся компонентов на инертные материалы и телеметрические системы).

В интересах данного обсуждения определим установку (предприятие) как завод по сборке/разборке ядерных боеголовок, если там проводятся операции по монтажу (демонтажу) блоков ядерной взрывчатки (БЯВ, куда входят обычная взрывчатка, или ВВ, компоненты и делящиеся вещества) и/или окончательной механической сборки боеголовок (бомб).² Поскольку в число подобных операций входят технологическая подготовка компонентов из делящихся веществ и сборок (включая БЯВ и полностью собранные боеголовки), а также обращение с ними, статус предприятия может быть определен как «закрытый» или «преобра-

¹ В число других видов деятельности, критичных для цикла производства ядерного оружия, но не рассмотренных в данном анализе, входят производство и переработка трития, изготовление компонентов из делящихся веществ, научно-технические разработки боеголовок и слежение за ними, а также производство специализированных неядерных компонентов.

² Операция по сборке блока ядерной взрывчатки (БЯВ) включает в себя соединение основных компонентов ВВ с ядерным компонентом для создания первичного блока на делении и размещение основного, вторичного термоядерного компонента (для термоядерного оружия), а также дополнительных неядерных компонентов внутри корпуса БЯВ. Во время окончательной механической сборки БЯВ вместе с остальными электронными и механическими компонентами (система предохранителей и запала, система подачи газообразного трития, нейтронный генератор и др.) размещаются внутри корпуса боеголовки (бомбы) и объединяются в функциональный блок. Описание операций по сборке/разборке основано на документе "1998 Programmatic Information Documents For Pantex Plant" (Batelle Pantex/Mason & Hanger Cooperation, 1998). Следует отметить, что описание носит весьма отвлеченный характер, а конкретные операции для определенного типа боеголовки зависят от специфических особенностей конструкции.

зованный», если больше не ведутся работы с невредимым ядерным оружием или элементами сборки, содержащими ядерные вещества. Предприятие, впрочем, может оставаться активной промышленной площадкой с деталями старого оборудования для производства ядерного оружия и с инфраструктурой, которые используются для производства обычного вооружения или иных высокотехнологичных продуктов.

Таблица 1: Известные предприятия по сборке/разборке ядерных боеголовок, расположенные в разных странах мира. В первом столбце приводится название предприятия и его расположение.. Во втором столбце приводится статус предприятия (Р - работает, З – закрыт) и период работы (нв- до настоящего времени, нд – нет данных). В третьем столбце приведены сведения о прошлой и текущей деятельности с боеголовками. В четвертом столбце говорится о текущей и планируемой деятельности на закрытых или преобразованных предприятиях, а также приводится другая информация, представляющая интерес.

США			
SNL TA-2, Альбукерке, Нью-Мексико	З (1948-59)	Окончательное производство оружейных сборок и узлов	Не используется
Завод КАЭ в Барлингтоне, Айова	З (1948-75)	Производство компонентов ВВ, окончательная сборка	Изготовление обычных боеприпасов
Центр модификации на базе Медина, Сан-Антонио, Техас	З (1958-66)	Модификация, обновление	Сейчас база ВВС Лакленд, «Каменные Гертруды» не используются; на складах хранятся обычные боеприпасы
Центр модификации Кларксвилл, Форт Кэмпбелл, Кентукки	З (1960-66)	Модификация, обновление	Сейчас база Армии Форт Кэмпбелл, «Каменные Гертруды» не используются; на складах хранятся обычные боеприпасы
Пантекс, Амарильо, Техас	Р (1951-нв)	Производство ВВ-компонентов, окончательная сборка; слежение за арсеналом; изготовление блоков для летных испытаний	
Установка для сборки взрывных устройств, Невадский полигон, Невада	Р (1955-нв)	Поддержка подземных испытаний; работа с поврежденными или зарубежными боеголовками	Подземные установки не используются для сборки запасных боеголовок

Таблица 1: продолжение

Россия			
Электромеханический завод «Авангард», Арзамас-16 (Саров)	Р (1951-нв)	Окончательная сборка; изготовление неядерных компонентов; радиоизотопы	Работы по демонтажу будут завершены в 2001-2003 гг. Затем гражданское производство, обычные вооружения, детали боеголовок.
Производственное объединение «Старт», Пенза-19 (Заречный)	Р (1955-нв)	Окончательная сборка; изготовление неядерных компонентов	Работы по демонтажу будут завершены в 2003 г. Затем гражданское производство, детали боеголовок.

Электрохимприбор, Свердловск-45 (Лесной)	Р (1950-е-нв)	Окончательная сборка; слежение за арсеналом, изготовление неядерных компонентов	
Приборостроительный завод, Златоуст-36 (Трехгорный)	Р (1954-нв)	Окончательная сборка; слежение за арсеналом, изготовление неядерных компонентов	
Завод ВНИИЭФ, Арзамас-16 (Саров)	Р (нд)	Экспериментальные и испытываемые боеголовки; разработка технологий	Экспериментальная установка
Завод ВНИИТФ, Челябинск-70 (Снежинск)	Р (нд)	Экспериментальные и испытываемые боеголовки; разработка технологий	Экспериментальная установка
Великобритания [1]			
AWE Бурфилд, Ридинг, Англия	Р (1954-нв)	Окончательная сборка; слежение за арсеналом	
Франция [2]			
Иль Лонж, Финистер	Р (нд)	Окончательная сборка боеголовки; слежение за арсеналом	
Ле Рипо, Индр-э-Луар	З (нд)	Сборки ВВ; окончательный монтаж боеголовки	Продолжается изготовление сборок ВВ для ядерного оружия
СЕА-Вальдук, Котэ д'Ор	З (нд)	Ядерные компоненты; окончательная сборка боеголовки	Продолжается изготовление ядерных компонентов
Плато д'Альбион	З (нд)	Окончательная сборка боеголовки	Нд
Китай [3]			
Атомный комплекс Джихуань (завод 404), Субей, Ганьсу	Р (нд)	Изготовление ядерных компонентов; окончательная сборка	
Ядерный полигон Лобнор, Синьцзян	?	Монтаж испытательных устройств	Установка может быть подземной
Завод 821, Гунжуань, Сычуань	?	Нд	
Харбин, Хейлоджань	?	Нд	

Таблица 1: продолжение

Страны, не заявившие о ядерном статусе [4]			
Йодефат, Хайфа, Израиль	Р (1966-нв)	Ядерные компоненты, полная сборка	Подземная установка
Кентрон Адвена, Пелиндаба, ЮАР	З (1981-89)	Ядерные компоненты (БОУ), полная сборка	Небольшое коммерческое применение
<p>1. Norris, Burrows, Fieldhouse, <i>British, French, and Chinese Nuclear Weapons</i>, Nuclear Weapons Databook, Volume V, Westview Press, Boulder, CO, 1994.</p> <p>2. Mary Bird Davis, <i>Nuclear France: Materials and Sites</i> (www.francenuc.org/en_chn).</p> <p>3. Смотрите [1]; <i>Federation of American Scientists: Nuclear Forces Guide</i> (www.fas.org/nuke/guide/index.html).</p> <p>4. Смотрите [3b]; D.Albright, <i>South Africa's Secret Nuclear Weapons</i>, ISIS, 1994.</p>			

Предложенные определения кажутся подходящими для известных «серийных» произ-

водственных предприятий в США, России и других странах с установившимися технологиями ядерного оружия. Ядерные арсеналы этих стран состоят из образцов оружия «со впаянными компонентами», где делящиеся вещества, входящие в состав компонентов, неотделимы от систем боеголовки. Но определение не сработает для стран с менее продвинутыми технологиями ядерного оружия, которые предпочитают отделять компоненты с делящимися веществами от обычных ВВ по причинам безопасности и надежности. В этом случае на предприятиях по сборке боеголовок производятся «полные оружейные сборочные узлы» – полные сборки неядерных компонентов и ВВ, но без ядерных капсул (они вводятся в боеголовку непосредственно перед использованием).

Определения предполагают также, что изготовление ядерных компонентов и операции по монтажу боеголовок проходят в разных местах. Это допущение кажется верным в большинстве практических ситуаций, имеющих политическую окраску (в частности, это относится к изготовлению плутониевых компонентов). Впрочем, существуют исключения и справедливость предложенных определений придется подтверждать в каждом конкретном случае. Например, считается, что китайский атомный комплекс Джихуань проводит как изготовление ядерных компонентов, так и монтаж ядерных боеголовок. Известно также, что отдельные российские предприятия, специализирующиеся на сборке/разборке серийных боеголовок, проводили операции по обработке урана.³ Наконец, можно ожидать, что небольшие опытные предприятия будут иметь возможность одновременно производить компоненты из делящихся материалов и осуществлять сборку малого числа боеголовок.

ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И МОНИТОРИНГА

Любое ядерное оружие содержит делящиеся вещества и обычную взрывчатку. Меры слежения для обнаружения операций с этими веществами могут оказаться основным элементом режима прозрачности. Операции по сборке и разборке боеголовок, когда они носят крупномасштабный характер, имеют также ряд иных отличий, некоторые из которых можно наблюдать при общем слежении и/или при инспекциях на местах.⁴ Некоторые из них, например, прибытие и отбытие поездов и грузовиков, могут свидетельствовать о продолжающейся промышленной деятельности, но другие характерны для операций с ядерным оружием. Наблюдение за этими отличиями и их анализ могут сыграть полезную дополнительную роль или быть использованными в качестве первичной методики слежения, если окажутся неприемлемыми по условиям безопасности или по другим причинам более проникающие меры верификации.⁵

Задача мониторинга состоит в том, чтобы обнаружить достаточно значительные уровни производства боеголовок (возможно, десятки боеголовок в год) на заявленном предприятии. При низких уровнях замаскированного производства (несколько боеголовок в год) вызывающий больше доверия сценарий обмана (который лежит вне рамок данного анализа) мог бы заключаться в монтаже боеголовок на небольшой незаявленной установке, запрятанной внутри крупного промышленного или военного комплекса, который сам по себе не повергается наблюдению.⁶

Любые меры мониторинга только выигрывают от предварительных деклараций статуса предприятия. В такие декларации, которые могут быть подтверждены предварительными

³ Смотрите, например, воспоминания Юрия Завалишина, *Объект 551* (Саранск: Красный Октябрь, 1996), 185-205.

⁴ Обсуждение индикаторов производства боеголовок приведено в докладе O.Bukharin and J.Doyle, "Verification of the Shutdown or Converted Status of Excess Warhead Production Capacity: Technology Options and Policy Issues" (Los Alamos National Laboratory, report LA-UR-01-5000, 2001).

⁵ Проведение мониторинга и анализа относящихся к операциям характерных особенностей может оказаться более затруднительным в случае современных подземных предприятий небольшого или умеренного размера, например, на установке по сборке устройств на ядерном полигоне в Неваде, США.

⁶ Обнаружение не представившего декларацию предприятия потребует, вероятно, крупномасштабного мониторинга окружающей среды, использования аэрокосмических фотоснимков и инспекций по уведомлению при поддержке всех национальных средств разведки.

неофициальными посещениями отдельных участков предприятия, может войти информация об основных задачах предприятия (например, производство ВВ, изготовление узлов первичных и вторичных блоков для боеголовки, окончательный монтаж боеголовки и т.п.), его организации и планировке. В частности, указываются здания и зоны, где расположена критическая инфраструктура и проводятся операции, а также производительность предприятия. Очень ценными оказались бы сведения о производительности других предприятий по производству боеголовок (как закрытых, так и продолжающих работу).

В данной статье рассмотрены шесть крупных подходов к мониторингу предприятий, где раньше велась сборка/разборка боеголовок (см. табл.2), которые можно применять в сочетании друг с другом: разрушение инфраструктуры, непрерывное наблюдение за ограждением, контроль окружающей среды, аэрокосмические наблюдения, инспекции на местах и дистанционный контроль. Каждый из них обсуждается поочередно ниже.

Таблица 2: Мониторинг предприятий, ранее занимавшихся изготовлением боеголовок.

Методика мониторинга	Приложения
Разрушение инфраструктуры	Разрушение блоков, где шла сборка боеголовок
Непрерывное наблюдение за ограждением	Обнаружение партий плутония и/или ВОУ
Контроль окружающей среды (взятие проб и анализ): почва, вода, растительность, и выпускаемый воздух	Слежение за самим предприятием и за соседними участками на тех заводах, которые известны как закрытые (поиск на большой площади для обнаружения скрытых установок)
Аэрокосмические наблюдения	Наблюдение за системами и мерами безопасности, за состоянием ключевой инфраструктуры и за другими индикаторами производства боеголовок.
Инспекции на местах	Взятие проб окружающей среды. Обнаружение делящихся веществ (поиск излучений). Наблюдение за системами и процедурами безопасности и за состоянием ключевой инфраструктуры.
Дистанционный контроль (обнаружение делящихся веществ, телевизионное слежение)	Обнаружение присутствия плутония и ВОУ внутри помещений для хранения делящихся материалов и боеголовок, а также в блоках для монтажа боеголовок.
Декларация о предприятии	Заявление о деятельности предприятия, о размещении основных узлов и о производительности

Разрушение инфраструктуры

Проще всего убедиться в том, что предприятие, производившее ранее боеголовки, больше не используется для монтажа ядерных боеголовок, можно путем слежения за разрушением специализированной производственной инфраструктуры, например, камер для сборки боеголовок. Впрочем, это не всегда можно осуществить, если у инфраструктуры имеются другие возможные варианты применения – в этом случае придется пользоваться альтернативными мерами прозрачности.

Непрерывное наблюдение за ограждением

Непрерывное наблюдение за ограждением вокруг проверяемого предприятия, аналогичен операциям, которые применялись на заводах по производству ракет в США и России в рамках Договора по уничтожению ракет средней и промежуточной дальности – это еще один возможный подход. Такой контроль можно организовать, если направить все входящие и выходящие производственные грузы через небольшое число проходных и проверять все эти грузы при помощи радиационных детекторов. Система слежения может быть настроена на обнаружение плутония, который является сильным гамма-излучателем.⁷

⁷ Современные мониторы на проходных, проверяющие груз на проходящем транспорте, могут обнаружить несколько десятков грамм плутония и несколько сот грамм ВОУ. Например,

Впрочем, применение такой методики может стать проблематичным из-за затрат и проникновения в секретные аспекты предприятия. Очень большие площади некоторых американских и российских установок по сборке боеголовок и размещение их во многих зонах также могут сделать подобную методику непрактичной.

Наконец, небольшие размеры и веса ядерных боеголовок (в сравнении с огромными и тяжелыми контейнерами для ракет) приводят к тому, что системы контроля на проходных можно будет полностью обойти, а сами ядерные боеголовки можно будет тайком пронести на предприятие или из него через туннель или другими способами.

Контроль окружающей среды

Мониторинг окружающей среды – это мощная методика детектирования, уже взятая на вооружение Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в качестве составной части международной программы обеспечения гарантий для обнаружения скрываемых предприятий по производству делящихся веществ и соответствующих операций. Применительно к установкам по сборке ядерных боеголовок, о которых известно, что они закрыты, наблюдение за окружающей средой можно проводить с помощью инспекторов во время посещения площадок или непрерывно на основе станций автоматического мониторинга.⁸

В любом случае наблюдение за окружающей средой начнется с анализа особенностей окружающей среды, связанных с операциями по изготовлению боеголовок. Если имеются сточные воды, то в них могут содержаться следующие компоненты⁹:

- делящиеся и прочие ядерные материалы, например, плутоний, уран (ВОУ и обедненный уран), тритий или изотопы, применяемые в производстве радиоизотопных термоэлектрических генераторов (РТГ);
- взрывчатые вещества;
- материалы, типичные для боеголовок, например, бериллий, золото и другие специальные металлы, отдельные органические вещества (растворители и т.п.), специализированные пластики и прочее.

Затем потребуется анализ характерного для установки маршрута перемещения элементов, чтобы определить оптимальные точки наблюдений и методики сбора данных и их анализа. Возможную пользу могут принести удары по внутренним поверхностям помещений на критичных производственных зонах с последующим сбором пыли, сведения о длительности работы завода, о потоках воды и отходов (исследование фильтров, грязного белья в прачечных и т.п.), о выбросах газа и пылевых частиц на почву внутри предприятия или рядом с ним. Эти образцы можно затем анализировать на масс-спектрометре или с помощью других методик. Возможно, потребуются дополнительные технические разработки, чтобы сделать оборудование портативным и оптимизировать существующие средства для сбора образцов и их анализа в режиме реального времени (это предпочтительно).

Критичным элементом мониторинга окружающей среды на закрытых (в отличие от скрываемых) предприятиях по сборке боеголовок окажется установление заданного уровня загрязнений, связанного с прошлым производством. Соответствующие меры могут содер-

изготовленные в России приборы, содержащие детекторы гамма-лучей и нейтронов, способны обнаружить 60 г плутония, помещенного в свинцовый контейнер с толщиной стенок 4 см. Поэтому они легко смогут обнаружить компоненты боеголовки, содержащие килограммовые количества ядерных материалов, если только эти компоненты не будут защищены достаточно толстыми экранами. (См. "Lab-to-Lab Cooperation: Portal Monitors as a First Line of Defense", *Arms Control and Nonproliferation Technologies*, First/Second Quarters, 1996, pp.16-17.)

⁸ Обсуждение возможных применений методики мониторинга окружающей среды к предприятиям ядерного оружия приведено в книге *Confidence, Security & Verification* (Aldermaston, United Kingdom: Atomic Weapons Establishment, 2000), 30-37.

⁹ A. Hamilton, D. Swindle, D. Manning, "Development and Applications for the International Safeguards Environmental Measurements (ISEM) Database", (paper presented at the Annual Meeting of the Institute of Nuclear Materials, Naples, FL, July 1994), 1190-1202.

жать предварительные измерения и тщательный анализ материалов предприятия, относящихся к утечкам и образованию отходов, которые связаны с прошлыми производственными операциями. Сравнение отличительных особенностей окружающей среды на предприятии с их прошлыми показателями смогло бы помочь инспекторам определить статус предприятия и, если операции на нем возобновились, тип этих операций и рабочих материалов. Но применимость мониторинга окружающей среды на заводе, о котором известно, что раньше там собирались боеголовки, в ряде случаев может оказаться ограниченной. Во-первых, по крайней мере, в США и России предприятия по сборке боеголовок работают с запаянными плутониевыми компонентами и компонентами из ВОУ. Обнаружение делящихся веществ в этом случае (после производства делящихся компонентов) невозможно, если только они случайно не окажутся незащищенными. Во-вторых, применение фильтров с высокой эффективностью, по-видимому, даст возможность снизить утечки до такого уровня, где их уже нельзя будет обнаружить по сравнению с фоновыми загрязнениями. В-третьих, похоже, что взятие характерных образцов (воды, пыли, воздуха и т.п.) внутри предприятия окажется неприемлемым, поскольку при этом может произойти передача секретной информации об организации процесса (например, информация о материалах, используемых при производстве ядерных компонентов блоков для ядерной взрывчатки) при прошлой производственной деятельности. Наконец, отдельные предприятия (например, «Авангард», как обсуждается в дальнейшем) будут продолжать применять ВВ и, возможно, обедненный уран для создания обычных вооружений даже после того, как на них прекратились операции по сборке/разборке боеголовок. В этих случаях методика мониторинга окружающей среды может оказаться неудачной из-за маскировки утечек от операций с ядерным оружием утечками от разрешенной производственной деятельности. Фоновые уровни загрязнений могут быть также искусственно завышены путем загрязнения мест, где мониторинг представляется вероятным, еще до определения исходного уровня.

Аэрокосмические наблюдения

Аэрокосмические наблюдения относятся к основным средствам слежения за предприятиями по производству ядерных боеголовок. И США, и Россия развернули сеть спутников фоторазведки, работающих с высоким пространственным разрешением (возможно, до 10 см). Обе страны подписали также Договор об открытом небе, который предусматривает полеты самолетов над территориями подписавших его стран. Как считается, соответствующие фотографии будут иметь разрешение около 30 см. Кроме того, в продаже имеются спутниковые фотографии с относительно высоким разрешением.¹⁰

США и Россия уже накопили обширную коллекцию фотоинформации о предприятиях по ядерному оружию на территории друг друга и на территории других стран. Каждая страна обладает также возможностями для сложного анализа фотографий, позволяющего провести оценки данных на более высоком уровне. Слежение за закрытым предприятием по ядерному оружию будет тогда включать в себя периодический сбор изображений и их оценки по сравнению с существующей исходной информацией. Исключительно большое преимущество аэрокосмических наблюдений состоит в том, что они не затрагивают секретные аспекты производства.

Инспекции на местах

Такие инспекции были критичной методикой проверок в рамках Договора о запрещении ракет средней и промежуточной дальности и Договоров СНВ. Посещение ядерных площадок – это стандартный элемент мер МАГАТЭ по безопасности и контролю в рамках совместных американо-российских усилий по контролю за управлением и удалением избыточных запасов ядерных материалов, например, за разбавлением ВОУ из ядерного оружия в соответствии с американо-российским соглашением 1993 г. (Впрочем, ни один американец никогда

¹⁰ Коммерческие фотосъемки с высоким разрешением производятся со спутника Ikonos и снимки продаются компанией Space Imaging (<<http://www.spaceimaging.com>>. Разрешение на современных снимках составляет один метр; как ожидается, снимки следующего поколения будут обладать разрешением 50 см.

еще не посещал действующее предприятие по сборке/разборке ядерного оружия в России, и наоборот.)

Любой режим инспекции на предприятии по производству боеголовок, как подразумевается, начинается с ознакомительного визита для подтверждения декларации о предприятии. Последующие посещения могут быть периодическими и/или по уведомлению (незадолго до визита). Как ожидается, инспекторы могут применять визуальный осмотр, пользоваться радиационными детекторами, метками и пломбами. Инспекции с ограниченным доступом (включая отретепетированные прохождения в сопровождении сотрудников предприятия, экранировку чувствительного оборудования и т.п.) предназначены для предприятий, занятых работой с обычными вооружениями или другой достаточно закрытой деятельностью.

Дистанционный контроль

Дистанционный контроль становится важным и экономичным способом для сокращения инспекций на местах. Он широко применяется МАГАТЭ для слежения за хранением плутония и его обработкой в Японии. Дистанционный контроль применяется на американских ядерных предприятиях для уменьшения частоты физических проверок ядерных материалов и облучения персонала. Американские и российские технические эксперты изучают также потенциальные приложения методик дистанционного контроля в сценариях контроля над вооружениями и для увеличения прозрачности.

МОНИТОРИНГ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПОХОЖИХ НА «АВАНГАРД»

Предыдущий обзор шести подходов к мониторингу наводит на мысль, что применение разрушения инфраструктуры, непрерывного наблюдения за ограждением и мониторинга окружающей среды вероятнее всего ограничено немногочисленным классом небольших и бездействующих площадок. Но аэрокосмические наблюдения, посещения для инспекций на местах и дистанционный контроль скорее всего окажутся основными инструментами для мониторинга предприятий, о которых известно, что на них производилась сборка боеголовок, а сейчас продолжается в значительном объеме деятельность, связанная с промышленной и национальной безопасностью.

В число подобных примеров входят завод «Авангард» в Сарове (Россия), а также бывший завод Комиссии по атомной энергии (КАЭ) США в Барлингтоне (Айова). Завод «Авангард» после планируемого прекращения монтажа оружия в 2003 г. будет заниматься ограниченным кругом работ по ядерному оружию (изготовление отдельных компонентов и блоков боеголовок, например, усовершенствованные устройства для защиты от несанкционированного применения оружия), производством новых типов обычных вооружений и различными гражданскими проектами. Завод КАЭ в Барлингтоне занимал первую линию технической зоны армейского завода боеприпасов в Айове (ААЗБ) и изготавливал ядерное оружие с 1949 г. до 1975 г., после чего все операции по сборке боеголовок были сосредоточены на заводе «Пантекс».¹¹ В настоящее время на первой линии ААЗБ изготавливаются усовершенствованные обычные вооружения, включая кумулятивные снаряды и боеголовки для противотанковых (TOW, Хеллфайер и Джавелин) и противовоздушных (Патриот, Стрингер) ракет.¹²

Мониторинг предприятий, похожих на «Авангард», выдвигает ряд проблем. При изготовлении усовершенствованных вооружений обычного типа или компонентов ядерного оружия используются опыт, оборудование и инфраструктура, которые применялись при изготовлении ядерного оружия и поэтому они связаны со многими аналогичными особенностями. Например, как утверждает Юрий Завалишин – бывший директор «Авангарда», высокая эффективность противотанковой ракеты «Атака», которая изготавливается на «Авангарде», обязана «применению материалов, инженерных средств и технологий, которые использовались при

¹¹ Ann Arnold Lemert, *First You Take a Pick & Shovel: The Story of Mason Companies* (Lexington, KY: The John Bradford Press, 1979), 169-189.

¹² "Iowa Army Ammunition Plant: Installation Action Plan 2000" (U.S. Army Operations Support Command Environmental Team, March 2000), 2; George Davis, "Cleaning Up the Iowa Army Ammunition Plant A Partnering Success Story", (Omaha, 11 March 1998).

производстве ядерного оружия».¹³ В частности, завод «Авангард» сохранит свою деятельность по производству ВВ и соответствующую инфраструктуру. Аналогичная ситуация наблюдается на заводе в Барлингтоне, где значительная часть инфраструктуры, использованной ранее при производстве ядерных боеголовок, сейчас применяется при операциях загрузки взрывчатки. Кроме того, из-за секретного характера производства обычных вооружений доступ на «Авангард» и на завод в Барлингтоне остается ограниченным. Например, на предприятии в Барлингтоне (по состоянию дел на 1983 г.) «процессы и оборудование на участках первой линии... были либо засекреченными, либо весьма закрытыми».¹⁴ Ограничения доступа сделают меры мониторинга более затруднительными.

Обнаружение излучения от делящихся веществ в критических производственных зонах и на вспомогательных участках (во время отрететированных посещений при инспекциях по уведомлению) или непрерывный дистанционный контроль за камерами и боксами, использованными ранее для сборки боеголовок, наряду с аэрокосмическим мониторингом состояния служб безопасности предприятия могут быть применены для того, чтобы разобраться с указанными выше трудностями (сами по себе эти методики мониторинга кажутся обещающими).

Инспекции по уведомлению в критических производственных и вспомогательных зонах

На американских и российских предприятиях по производству ядерных боеголовок существует специализированная инфраструктура для делящихся веществ и боеголовок, куда входят помещения для хранения компонентов и блоков из делящихся веществ, установки для хранения неповрежденных боеголовок, а также камеры и боксы для сборки боеголовок. В сценарии с идеальной прозрачностью эти критические узлы инфраструктуры должны быть указаны в предварительной декларации о предприятии и открыты для инспекций на местах.

Инспекции по срочному уведомлению, аналогичные тем, что проводились в рамках Договора по ракетам средней и промежуточной дальности, могут быть особенно эффективными.¹⁵ При проведении таких инспекций на предприятиях, где ранее проводилась сборка боеголовок, инспекторы должны отобрать критические рабочие зоны и участки для хранения; принимающая сторона будет иметь ограниченное время (возможно, несколько часов), чтобы остановить производственные операции и запрятать секретное оборудование (например, если намечаемые для осмотра помещения или здания применяются для складирования обычных вооружений). Но такой период ожидания должен быть сделан достаточно коротким, чтобы не позволить хозяевам вынести и спрятать ядерное оружие и компоненты. Инспекторы проведут радиационный просмотр намеченных площадок для проверки того, что там нет ядерных веществ или ядерного оружия. Аналогичные меры, куда входит также применение радиационных (нейтронных) детекторов, уже были оговорены Соединенными Штатами и Россией в Договоре СНВ-I для подтверждения того, что на базах бомбардировщиков, объявленных неядерными, нет крылатых ракет с ядерными боеголовками. Подготовленные инспекции на основе радиационных измерений и маскировка (укрывание) производственного оборудования обеспечат адекватную сохранность секретных операций с обычными вооружениями.¹⁶

¹³ Юрий Завалишин, *Атомный «Авангард»* (Саранск: Красный Октябрь, 1999), 214.

¹⁴ "Iowa Army Ammunition Plant: Written Historical and Descriptive Data" (Historical American Engineering Record, HAER No. IA-13, 1984), 74; <http://memory.loc.gov/ammem>.

¹⁵ В рамках Договора по ракетам средней дальности инспекции по уведомлению проводились для проверки наличия ракет, ограниченных договором. У каждой стороны имелось право провести по 20 инспекций в год в течение первых трех лет, 15 инспекций в год за следующие пять лет и 10 инспекций в год за последние десять лет. Стандартные действия таковы: прибытие на один из пропускных пограничных пунктов; выбор инспекторами места проверки; перевоз инспекторов принимающей стороной к месту инспекции в течение девяти часов; прохождение площадки в сопровождении хозяев. Инспекцию следовало завершить в течение суток.

¹⁶ Потребуется дополнительный анализ, чтобы определить, насколько прямой доступ, посещения по уведомлению и применение электрического оборудования повлияют на процесс загрузки ВВ или на иные опасные производственные операции.

Дистанционный контроль за монтажными камерами и боксами

Операции по сборке и разборке первичных блоков с делящимися веществами включают в себя обращение с компонентами, содержащими плутоний вместе с незакрытыми компонентами из ВОУ, и являются особо опасными из-за риска рассеяния плутония в случае инцидента с ВВ. Для уменьшения этого риска операции с первичными блоками боеголовок выполняются внутри специализированных помещений, которые сконструированы так, чтобы сдержать взрыв или провентилировать воздух и избежать тем самым выход радиоактивности наружу. (Смотрите рис.1 и Приложение).

Непрерывный и автоматический дистанционный контроль с использованием системы радиационных детекторов внутри камер и боксов, где ранее проводилась сборка боеголовок, может оказаться обещающим подходом, не ставящим под угрозу секретную информацию о производстве обычных вооружений. Крупный пластиковый детектор с высокой эффективностью может обнаружить плутониевый заряд массой 2 кг, помещенный в стальной контейнер с толщиной стенок несколько мм, на расстоянии примерно 12 м.¹⁷ (Аналогичный заряд ВОУ можно обнаружить на расстоянии около 3 м). Такая дальность детектирования окажется достаточной для обнаружения операции по сборке первичного блока боеголовки (куда входит обращение с неэкранированным плутониевым компонентом) внутри круглой комнаты «Каменная Гертруда» диаметром 10 м. В комнатах большего размера можно установить добавочные детекторы. Системе детекторов придется работать в автоматическом режиме с использованием питания, которое не может быть отключено; работа системы должна контролироваться телекамерой или другими средствами, чтобы заметить нелегальные действия и иметь уверенность в том, что между детекторами и объектом их наблюдения не установлены экраны.¹⁸ (Свинцовый экран толщиной 1.5 см уменьшит дальность обнаружения плутониевого заряда массой 2 кг примерно до 4 м). Помимо слежения на участках можно устанавливать детекторы на корабельных причалах, на дорогах или на входах в критичные зоны и здания.

¹⁷ W.Murray, R.Morgado, G.Frankle, "Final Report Scoping Study of SNN Detection and Identification for Adjunct On-Site Treaty Monitoring" (Los Alamos National Laboratory, report LA-12990, UC-000, July 1995), 16. Детекторы из сцинтилляционного пластика реагируют на нейтроны и гамма-излучение, но не осуществляют дискриминацию сигнала по энергии.

¹⁸ Например, система радиационной идентификации, разработанная в Сандийской национальной лаборатории, может непрерывно отслеживать уровни излучения (нейтроны и гамма-лучи) без помощи оператора в течение значительного промежутка времени. Смотрите "Radiation Identification System", *Arms Control and Nonproliferation Technologies* (First/Second Quarters 1996), 28.

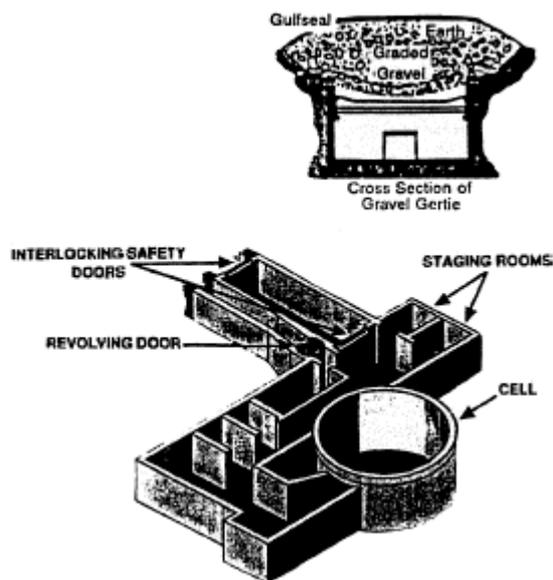


Рисунок 1: Монтажная камера «Каменная Гертруда». ¹⁹ Сверху показано поперечное сечение камеры (надписи слева направо и снизу вверх: уплотнение, земля, сортированный гравий). Внизу общий вид (надписи в той же последовательности: заблокированные для безопасности двери, технологические помещения, вращающаяся дверь, камера).

Наблюдение за системой безопасности предприятия

На предприятиях по созданию ядерного оружия поддерживается очень высокий уровень безопасности. В число наблюдаемых индикаторов такого уровня входят:

- многослойное ограждение с хорошо поддерживаемыми зонами безопасности, охранными вышками, датчиками для обнаружения проникновения и системой освещения;
- меры по контролю над проходом (проходные);
- защитные силы и элементы специального реагирования (требуемые, например, для возврата похищенного ядерного оружия или материалов).

Разработка, сооружение и поддержание систем безопасности высокого уровня, типичных для предприятий ядерного оружия, стоит дорого. Вряд ли они будут использоваться, если предприятие не занимается очень секретной деятельностью или не использует ценное оборудование и материалы. Например, для уменьшения расходов, связанных с безопасностью, российское правительство, как ожидается, отменит статус закрытого города для Заречного – одного из десяти закрытых ядерных городов, после прекращения работ по демонтажу боеголовок на производственном комплексе «Старт». ²⁰

Авиационные фотоснимки бывшего завода КАЭ в Барлингтоне (Айова) и завода «Пантекс» (Амарилло, Техас), представленные Геологической службой США и доступные в Интернете, также демонстрируют подобную картину (рис.2 и 3). ²¹

Система безопасности на бывшем заводе КАЭ в Барлингтоне (Линия 1 на ААЗБ) соответствует охране установок для обычных вооружений и промышленных целей. На полученном в 1994 г. аэрофотоснимке видна простая однополосная изгородь вокруг зоны «первой

¹⁹ George West, *United States Nuclear Warhead Assembly Facilities (1945-1990)* (Amarillio, TX: Pantex 1991).

²⁰ Смотрите, например, «На повестке дня вопросы трудоустройства», *Атомпресса* (46, декабрь 2000), 3; Людмила Саратова, «Как ты живешь, оружейный завод?», *Городской курьер* (23 января 1999 г.), 3.

²¹ Для информации о разведывательных аэрофотоснимках смотрите в Интернете страничку Геологической службы США <http://mapping.usgs.gov/digitalbackyard/doqbkzyd/html>. Снимки можно загрузить со странички Microsoft TerraServer (<http://terraserver.homeadvisor.man.com/default.asp>).

линии» (она находится внутри более крупной охраняемой зоны завода ААЗБ). Нет зоны безопасности или системы проверки проникновения через ограду, расположенной вокруг зоны. Но на снимке можно разглядеть фрагменты бывшего внутреннего ограждения (по-видимому, не действующего сейчас) вокруг одной из двух монтажных камер «Каменная Гертруда» и комплекса боксов для механического монтажа.



Рисунок 2: Линия 1 на заводе ААЗБ в Барлингтоне; снимок сделан Геологической службой США 17 мая 1994 г. Надписи на рисунке (сверху вниз): боксы для механического монтажа; «Каменная Гертруда»; изгородь вокруг Линии 1.

Напротив, на заводе «Пантекс» – в настоящее время единственном действующем предприятии по сборке боеголовок в США, поддерживается очень высокий уровень системы безопасности. На фотоснимке одной из его технических зон видны поддерживаемая в хорошем состоянии охранный трехполосная изгородь, зона безопасности, система освещения, снабженные телекамерами охранные вышки и датчики проникновения через изгородь.²² Видны также контрольно-пропускные пункты и несколько автомашин, по-видимому, принадлежащих охране и припаркованных возле здания, которое может быть центральной базой для сил отражения угрозы.

²² На снимке показана четвертая зона завода «Пантекс» – это площадка для хранения неповрежденного ядерного оружия и плутониевых компонентов.

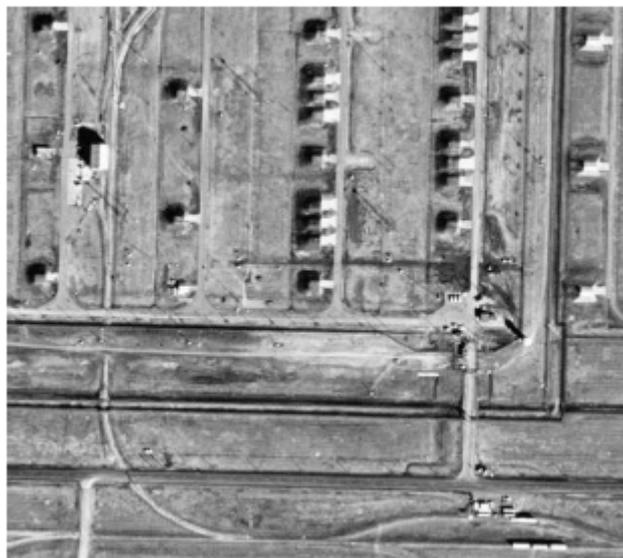


Рисунок 3: Зона 4 на заводе «Пантекс» (Амарильо, Техас); аэрофотоснимок сделан Геологической службой США 22 февраля 1997 г.

Следует отметить, что отличия между «предыдущей и последующей» системами безопасности на заводе «Авангард» могут оказаться не столь значительными, как между тем, что имеет место на заводе «Пантекс» и бывшем заводе КАЭ в Барлингтоне, поскольку нынешний уровень безопасности на «Авангарде» скорее всего ниже, чем на «Пантексе».

ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ РЕЖИМА ПРОЗРАЧНОСТИ

Выбор методик мониторинга и характера слежения будет зависеть от политических и стратегических целей режима прозрачности. Например, уменьшение ограждаемой площади на «Авангарде» и использование внешних зданий для гражданских целей приведет к понижению полного российского потенциала производства боеголовок; такое действие можно будет легко проверить с помощью стандартного просмотра со спутников, а также инспекций на местах и посещения города представителями иностранных государств и коммерческих компаний. Не потребуется никаких специальных мер мониторинга для подтверждения подобного сокращения потенциала.

В отсутствие операций по сборке/разборке боеголовок можно будет убедиться, если осуществлять подходы к мониторингу, описанные в представленной статье. Присутствие представителей США на открытых участках завода «Авангард» и в городе Саров также обеспечит разумные гарантии, что предприятие не занимается запрещенной деятельностью.

Но полное устранение возможности резервного (мобилизационного) производства на «Авангарде», которая могла бы стать значительным вкладом в гипотетические попытки добиться стремительного роста продукции, окажется более трудной задачей.²³ Действительно, из-за близости Института экспериментальной физики (ВНИИЭФ) – основного российского центра, где ведутся НИР по боеголовкам, непрерывного изготовления компонентов боеголовок и производства обычных вооружений, «Авангард» сохраняет или имеет прямой доступ к большей части инфраструктуры, оборудования и персонала, требуемых для операций по сборке боеголовок. Достижение высокого уровня уверенности в том, что на «Авангарде» не осталось потенциала для быстрого возобновления производства может потребовать разрушения его камер для монтажа боеголовок и другой ключевой инфраструктуры.

²³ Нет ясности, существует ли реальный сценарий, по которому Россия снова запустит «Авангард». Скорее всего, производство поначалу возобновится на заводах в Трехгорном и Лесном. В принципе, перед «Авангардом» может быть поставлена задача изготовления боеголовок определенных типов, которые не выпускались действующими предприятиями (например, боеголовки для ракет средней и малой дальности). Впрочем, это имело бы смысл в том случае, если у России имеется адекватный арсенал подобных систем доставки.

Следует также отметить, что уменьшение потенциала или даже необратимое закрытие завода «Авангард» (и «Старта» в Заречном) будет иметь ограниченные стратегические выгоды, если производство боеголовок не будет ограничено на оставшихся российских, крупных комплексах по сборке боеголовок в Лесном (Свердловск-45) и в Трехгорном (Златоуст-36). Поэтому контролируемое прекращение работ на «Авангарде» и «Старте» нужно в качестве первого шага постепенного подхода, ведущего к ограничению производства новых боеголовок на остальных серийных предприятиях США и России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможность отслеживать прекращение операций по сборке/разборке ядерных боеголовок может быть очень желательной по ряду причин. Прежде всего, проверка того, что некоторые отождествленные предприятия больше не обладают потенциалом изготовления ядерного оружия, уменьшит опасения относительно возможности «прорыва» (или быстрого изготовления) в области новых боеголовок. При этом может вырасти уверенность, что Россия не сохраняла инфраструктуру для производства боеголовок, несовместимую с сильно сокращенным ядерным арсеналом. Во-вторых, поскольку возможность России изготавливать избыточные боеголовки продолжает беспокоить США, уверенность в уменьшении подобной возможности может увеличить внутри США поддержку совместных с Россией программ ядерной безопасности и помочь улучшить общие двусторонние отношения. Наконец, методы и технологии, с помощью которых можно осуществлять мониторинг отсутствия производства ядерных боеголовок, могут в конечном итоге оказаться весьма ценными для ослабления ядерных трений между другими странами.

Режим мониторинга для подтверждения статуса закрытого или преобразованного предприятия, о котором известно, что ранее там проводилась сборка боеголовок, включает в себя декларацию о предприятии, аэрокосмические фотоснимки, инспекции на местах и дистанционные наблюдения. Будут созданы меры прозрачности для обнаружения делящихся веществ, а также для наблюдения за другими индикаторами, связанными с серийным производством ядерного оружия на предприятии.

Несмотря на эти возможные преимущества, проверка отсутствия производства ядерного оружия по своей сути таит много проблем из-за не очень выразительных особенностей, характерных для операций с боеголовками, и вероятного применения производственных предприятий для иных целей. Например, мониторинг «Авангарда» может оказаться затруднительным благодаря запланированному на нем непрерывному производству компонентов ядерных боеголовок, изготовлению обычных вооружений и близости к институту ВНИИЭФ, занимающемуся конструированием боеголовок. Тем не менее, перевод ставших лишними зданий и персонала за пределы ограждения и предложенные подходы к мониторингу могут обеспечить адекватное убеждение в том, что «Авангард» больше не выпускает ядерное оружие. Достижение высокого уровня доверия к тому, что на закрытом предприятии не остался значительный потенциал готовности к возобновлению деятельности, может потребовать ликвидации ключевых элементов инфраструктуры предприятия. Ограничение производства новых боеголовок на оставшихся предприятиях по сборке значительно увеличит стратегическую значимость подобного мониторинга.

ПРИЛОЖЕНИЕ:

Американские камеры и боксы для сборки боеголовок и российские «башни»

На заводе «Пантекс» в США первичные блоки боеголовок и блоки ВВ собираются и разбираются внутри монтажных камер «Каменная Гертруда», хотя операции с первичными блоками, куда входят инертные ВВ, производятся также во взрывоустойчивых боксах. «Каменная Гертруда» была спроектирована в 50-х гг. и затем такие камеры были сооружены на всех американских предприятиях по сборке/разборке боеголовок, где одновременно имеют дело с ВВ и с ядерными веществами. «Каменная Гертруда» спроектирована так, чтобы обеспечить вентиляцию взрывных газов и отфильтровать радиоактивную пыль после взрыва ВВ внутри камеры. Типичная камера («круглая комната»), где проводятся операции по сбор-

ке/разборке, -это железобетонная труба диаметром 10,4 м и высотой 6.6 м. Входы в камеру (для персонала и отдельно для оборудования) выполнены в виде лабиринта, а крыша, служащая экраном и фильтром, покрыта примерно шестью метрами гравия.²³

Боксы механического монтажа на заводе «Пантекс» используются для завершающей сборки и разборки неповрежденных боеголовок и блоков ядерной взрывчатки, содержащих инертные ВВ. Установки для радиографии боеголовок, которые используются для проверки положения выключателей боеголовки и для наблюдения за их внутренними компонентами, также размещаются в таких боксах. Типичный бокс для сборки/разборки – это комната прямоугольной формы со стенами из железобетона толщиной 0,5-1,4 м и с крышей в виде бетонной плиты толщиной 0,6 м, покрытой сверху толстым слоем земли.

Судя по сообщениям, на российских предприятиях также применяются специализированные взрывоустойчивые камеры для сборки/разборки. Сборочная камера (скорее всего новейшей конструкции), которую называют также «башней», на заводе «Авангард» описывается следующим образом²⁴: «Это железобетонная камера с внутренним диаметром и высотой примерно по десять метров. К башне примыкают шлюзовые комнаты, коридоры к перевозимым «объектам», комнаты с вентиляционными фильтрами и вакуумными насосами и т.п. Башня и шлюзы окружены стенами толщиной свыше полутора метров. Толщина стен в других помещениях превышает полметра. Помещения отделены друг от друга бронированными дверьми толщиной 150 мм. Для герметичной изоляции башни существует дополнительная дверь между шлюзом и коридором.

²⁴ «Авангарду пятьдесят лет», *Атомпресса* (8, март 1989 г.), 3.