

## СТО ЯДЕРНЫХ ВОЙН: УСТОЙЧИВОЕ СДЕРЖИВАНИЕ В ОТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ СОЕДИНЕННЫМИ ШТАТАМИ И РОССИЕЙ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ УРОВНЯХ ЯДЕРНЫХ СИЛ, СНЯТЫХ С БОЕВОГО ДЕЖУРСТВА, И ПРИ НАЛИЧИИ ОГРАНИЧЕННОЙ ПРОТИВОРАКЕТНОЙ ОБОРОНЫ

*Брюс Блейр, Виктор Есин, Мэттью Маккинзи, Валерий Ярынич, и Павел Золотарев*

Модели ядерного обмена на основе метода Монте-Карло использовались для проверки устойчивости российско-американского сдерживания при сокращенных размерах ядерных сил, снятых с боевого дежурства, и при наличии противоракетной обороны. Для этого исследования американское и российское оружие было разделено на постулированный Первый Эшелон, состоящий из одиночных пусковых МБР шахтного базирования с единичными боеголовками и способный в течение нескольких часов оказаться в готовности к запуску, и на постулированный Второй Эшелон из более разнообразных ядерных сил, содержащих передвижные системы и системы морского базирования со многими боеголовками, для которых подготовка к запуску требует от нескольких дней до недель. С учетом разумных оценок характеристик оружия ядерные силы Первого Эшелона могут выжить и нанести несколько ответных ударов, удовлетворяющих требованиям сдерживания, с учетом ограничений на количество перехватчиков ПРО. Этот результат поддерживается дополнительными возможностями более скрытных сил вступающего в игру Второго Эшелона.

Брюс Блейр работает в Институте всемирной безопасности и глобального нуля, Вашингтон, округ Колумбия, США. Виктор Есин, Валерий Ярынич и Павел Золотарев работают в Институте США и Канады (ИСКРАН), Российская академия наук, Москва, Россия.

Мэттью Маккинзи работает в Совете по защите природных ресурсов, Вашингтон, округ Колумбия, США.

Статья получена редакцией 7 марта 2011 года и принята к опубликованию 1 августа 2011 года.

Итоги обсуждаемой в этой статье работы были предварительно обсуждены в заметке "Меньше и безопаснее: новый план ядерных состояний," *Foreign Affairs*, Volume 89, No.5.

Почтовый адрес для корреспонденций: Matthew McKinzie, 1153 15<sup>th</sup> St., NW, Suite 300, Washington, DC 20005, USA.

Электронный адрес: [mmckinzie@nrdc.org](mailto:mmckinzie@nrdc.org)

Целью этого исследования является оценка воздействия резкого сокращения стратегических арсеналов США и России и снижения их готовности к запуску на стабильность взаимного сдерживания. В исследовании оцениваются также последствия введения ограниченного развертывания систем ПРО в рассматриваемое уравнение.

Применяемые в этом исследовании методы содержат статистическое моделирование сценариев внезапной ядерной войны между Соединенными Штатами и Россией. Такие моделирования обеспечивают инструмент для создания и испытания меньших и более безопасных состояний, способных еще предусмотреть стабильное взаимное ядерное сдерживание. Хотя мы склоняемся к созданию американско-советских отношений по безопасности скорее в рамках сотрудничества, чем взаимных угроз, мы осознаем, что взаимное сдерживание остается краеугольным камнем для требований к стратегическому планированию обеих стран.

В нашем основном сценарии все стратегические ядерные силы обеих сторон поддерживаются в мирное время в состоянии модифицированной боевой тревоги, которая требует приведения к готовности к пуску для любой из них в течение часов. Такое гипотетическое состояние снятия с боевого дежурства отличается от реального текущего состояния, где системы ядерного командования, связи и самого оружия США и России находятся в готовности нанести немедленный удар либо без предупреждения, либо в ответ на готовящееся нападение. В последнем случае атакуемым ядерным силам придется наносить массовый ответный удар до подлета атакующих вражеских сил с подлетным временем полчаса или менее. Таким образом, как США, так и Россия еще остаются готовыми, несмотря на завершение холодной войны, нанести друг другу апокалипсические разрушения в первом и втором ударах. События развернутся в течение менее одного часа вслед за решением, принятым за минуты и завершившимся миллионами смертей и глобальными разрушениями окружающей среды.

Такая высокая готовность к запуску сопровождается риском запуска по фальшивой тревоге в результате человеческой ошибки, или злоумышленного запрещенного запуска. С учетом того, что требования к нацеливанию и ответным действиям при сдерживании между США и Россией гораздо менее строги, чем были в эпоху холодной войны, существуют четкие и откровенные выгоды от снятия ядерных сил с боевого дежурства: увеличение времени на предупреждение и на принятие решения

уменьшает риск ошибочного запуска и повышает возможность усилить ответные меры против запрещенного пуска. С окончанием холодной войны относительные опасности случайного запуска или преднамеренного вмешательства в работу чужих систем ядерных команд и контроля уменьшились (но вмешательство других стран или неправительственных организаций одновременно возросло), хотя по нашему мнению, они сейчас представляют более высокую опасность, чем неожиданный первый удар.

Были разработаны проверяемые и осуществимые меры для увеличения времени, необходимого для приведения в действие американских или российских ядерных сил - на часы, дни, недели, месяцы и даже годы<sup>1</sup>. Чем более глубоко эти силы сняты с боевого дежурства, например, отделением боеголовок от доставляющих до цели ракет и помещением боеголовок в центральные хранилища, тем легче становится проверять статус оружия как снятого с боевого дежурства. Следует отметить, что хранение крупной части ядерного оружия в состоянии отсутствия боеготовности отражает современное состояние сдерживания между Соединенными Штатами и Россией, когда только примерно одна треть современных сил находится на боевом дежурстве.<sup>2</sup>

Наша модель оценивает стабильность взаимного сдерживания после принятия мер по снятию с боевого дежурства и сокращения размеров арсеналов. Под термином "стабильность" мы понимаем ситуацию, где оба государства (США и Россия) не будут разумно выбирать первый удар с применением ядерного оружия, поскольку такой поступок сможет спровоцировать ответный удар, который приведет к ужасным и неприемлемым смертям и разрушениям от ядерного возмездия. В устойчивой обстановке ядерного сдерживания ни Соединенные Штаты, ни Россия не могут лишить соперника его возможности нанести суровые карательные удары в качестве возмездия. Нестабильность возникнет, если у любой стороны появится заслуживающая доверия возможность нанести удар без опасения проявления обратной меры, что можно также считать угрозой.

Спектр возмездий является поэтому основой сдерживания<sup>3</sup>. В нашей модели устойчивое сдерживание зависит от сохранения достаточного уровня ответного удара при данной вероятности по спектру сценариев и состояний - снятые с боеготовности силы в мирное время и возвращенные на боевое дежурство силы во время кризиса в сочетании с владением Соединенными Штатами системой ПРО, обладающей большими способностями

против российского стратегического оружия (это сомнительное предположение тем не менее представляется наилучшим случаем с российской точки зрения).

Две фундаментальные критические точки зрения относительно возвращения ядерных сил к боевому дежурству получили распространение: (1) стратегические ядерные силы, снятые с боевого дежурства, уязвимы к разоружающему первому удару; и 2) будущий кризис между США и Россией будет развиваться опасно неустойчиво по мере того, как ракетные силы вернутся к состоянию готовности к запуску. Как продолжается аргументация, возвращение боевого дежурства создает определенные преимущества от выхода из боевого дежурства и от его возвращения<sup>4</sup>. Но эта критика проходит мимо факта, что *текущие* ядерные положения полностью перечислены на перевод двух третей арсеналов США и России как можно быстрее во время американо-российской конфронтации и запуск их либо по предупреждению, либо превентивно<sup>5</sup>. Наша схема возврата ядерных сил фактически подавляет такие импульсы стремления к возврату. Решение для стабильного ядерного сдерживания со всеми силами, снятыми с дежурства, заключается в том, чтобы разделить ядерные силы обеих стран в определенные группы, называемые Эшелонами, с разными степенями остаточной боевой готовности (то есть, с разными временами перехода к статусу готовности к запуску). «Эшелонированием» сил наша модель создает устойчивое ядерное сдерживание из более уязвимых снятых с дежурства частей. Разделение ядерных сил на Первый и Второй Эшелоны служат барьером от неожиданной ядерной атаки и от гонки возвращения к боевому дежурству.

Первый Эшелон снятых с боевого дежурства ядерных сил состоит из равного количества американских и российских отдельных боеголовок с большой мощностью, помещенных на баллистических ракетах, которые находятся в шахтах снятыми с боевого дежурства. Силы Первого Эшелона значительно уязвимы к внезапной атаке, потому что силы Первого Эшелона противоположной стороны могут быть секретно приведены в состояние высокой готовности и внезапно запущены. У таких сил имеются более короткие времена возвращения боеготовности по сравнению с силами Второго Эшелона – постулируется, что силы Первого Эшелона могут быть приведены в состояние готовности к пуску в течение часов (это быстрое поколение, как мы считаем, может минимизировать подверженность последующим ударам обычных сил, следующих за начальным внезапным ядерным ударом). Вооруженный только простыми боеголовками Первый Эшелон не сможет нанести разоружающий первый удар по противоположному Первому Эшелону. Не имея возможности нанести разоружающий первый удар, силы Первого Эшелона обладают большими возможностями для уничтожения (или для угрозы уничтожить) экономических и административных секторов.

Основная роль Первых Эшелонов состоит поэтому в поддержании сдерживания между Соединенными Штатами и Россией на каждодневном уровне. Они сдерживают также ядерные (и неядерные) атаки других стран. Иными словами, Первый Эшелон – это «передовая линия сдерживания.»

Второй Эшелон возвращенных на боевое дежурство ядерных сил состоит из более разнообразных групп вооружений. Обе страны обладают примерно одинаковым числом боеголовок, но они установлены на широком разнообразии типов оружия. Развертывание боеголовок асимметрично, что отражает различные предпочтения каждой стороны к типам вооружения. Во Второй Эшелон входят оружейные системы с одиночными и множественными боеголовками, МБР шахтного базирования, МБР на подлодках и российские МБР, передвигающиеся по дорогам.

Силы Второго Эшелона обладают высокой живучестью, когда они поставлены на боевое дежурство и развезены. Например, когда подлодки вышли в море, а подвижные ракетные соединения продвигаются и прячутся в сибирских лесах. Но они очень уязвимы при ежедневном отсутствии боевых задач. Как постулируется, силы Второго Эшелона могут быть установлены на боевое дежурство гораздо медленнее сил Первого Эшелона – оружие Второго Эшелона может быть приведено в со-

стояние готовности к пуску в течение дней или недель. Во время этой фазы возврата к дежурству силы Второго Эшелона уязвимы к атакам противника. С другой стороны, обе стороны (как мы постулируем) могут отслеживать состояние возвращения к боевому дежурству сил Второго Эшелона противоположной стороны. Такая возможность взаимно проверять состояние готовности обеспечит, что скорости возврата к дежурству сил Второго Эшелона окажутся, грубо говоря, симметричными. По этой причине нельзя получить большого преимущества от попытки обогнать этот эшелон в гонке к состоянию готовности к пуску.

Основной характер этого Второго Эшелона – то, что он дает возможность США и России выбора проведения меняющихся гибких ядерных операций с использованием дополнительных сил после того, как ядерная война началась.

В нашей модели ядерные удары включают в себя два типа нацеливания: удары по противостоящему ядерному оружию и удары возмездия против городских объектов. Выберем разные политики нацеливания: атакующая сторона (АС) и сторона-жертва (СЖ). Задачей АС будет устранение ядерных сил СЖ, чтобы получить преобладание. СЖ будет нацеливаться на города АС, чтобы сдерживать атаки в первую очередь угрозой разрушить города АС в качестве возмездия.

Вообще говоря, СЖ и АС будут иметь ограниченное знание о военных силах и действиях противоположной стороны, кроме того, что СЖ обнаружила начало действий АС по приведению в боеготовность свой Второй Эшелон. Тогда АС может секретно подготовить к пуску свой Первый Эшелон. В условиях реальной ядерной войны СЖ будет иметь мало информации о ядерных силах АС (об их мобилизации и использовании) и выберет вместо этого по логике нацеливание на города АС, поскольку эти цели не сдвинутся за время ядерного обмена. По этой же причине логично считать, что АС должна предположить о стремлении СЖ нанести удар по городам АС в качестве возмездия. АС должна также принять во внимание, что СЖ может передать управление запусками группам обслуживания на случай внезапного ядерного нападения, что вероятно увеличит нацеливания на города, поскольку высшее командование СЖ будет отрезано от низших эшелонов и окажется неспособным обмениваться информацией о состоянии сил АС со своими пусковыми установками низших эшелонов.

Модель оценивает риск инициирования ядерной атаки для атакующей стороны. Этот риск может быть измерен при помощи двух вычисляемых величин – масштаба ядерного ответа на первый удар (количества ядерных взрывов на территории атакующей стороны) и соответствующей вероятности такого события.<sup>6</sup> Поскольку ядерные арсеналы США и России будут хорошо согласованы в таких сценариях, моделирование войны между двумя странами должно протекать из предположения, что практически все ядерные боеголовки будут использованы. По нашему мнению, представление об ограниченной или управляемой ядерной войне между Соединенными Штатами и Россией нереально.

Наша модель попадает под рубрику «моделей ядерного обмена (МЯО)» или компьютерных вычислений последствий ядерной войны, появившихся в 60-х годах в Соединенных Штатах<sup>7</sup>. Несмотря на секретность, связанную с ядерным оружием, в США имеется много открытой литературы по МЯО США, включая списки старых программ<sup>8</sup>. В России любые сравнимые существующие модели остаются секретными<sup>9</sup>. В Соединенных Штатах отдельные МЯО применялись для калибровки возможностей сдерживания ядерного арсенала США и оценки новых разработок таких возможностей. Более детальные, комплексные МЯО – это компьютерное моделирование, призванное содействовать подготовке операционных планов и распределению нацеливания до и во время ядерного конфликта.

Вообще говоря, МЯО будет иметь следующие программные компоненты: оружейный комплекс, комплекс целей, правила обращения и боя, функция ущерба и методика решения<sup>10</sup>. Оружейный комплекс обращается к конкретным характеристикам оружия, например, возможная круговая ошибка (СЕР), мощность взрыва, надежность и средства проникновения через оборону, а также вероятность оружия попасть в цель (например, из-за ра-

да ограничений, присущих системе MIRV). Комплекс целей содержит информацию о целях - являются ли они точечными целями, как ракетные шахты, или же занимают некоторую площадь (как города), являются ли они базами ВВС или экономическими целями, какова "ценность" цели, подлежащей уничтожению, и какая у нее оборона. О характере МЯО можно судить по тому, сколько ударов она может рассчитать. Модели, ограниченные одним ударом, обычно сфокусированы на оценку одной задачи одной атакующей стороной. Модель с двумя ударами может рассчитать результаты первого удара, за которым следует ответный удар. Модели, способные работать с тремя или более ударами, могут оценить влияние резервных сил, которые могут сохраниться вслед за общей ядерной войной.

В нашей работе мы не создали ни одной МЯО, но подготовили несколько относящихся к делу МЯО, изучавших разные аспекты устойчивости сдерживания в наших сценариях. Их можно охарактеризовать как модель двух ударов: противосилового первый удар, за которым следовало возмездие против ценных целей. Мы подсчитали ожидаемые повреждения от первого удара для оценки размера возмездия, но не подсчитали более детально этот размер, уравнивая его количеством "городов-заложенников", предназначенных для сдерживания.

Неопределенность, неполное знание и шанс пропустить ядерное сдерживание, которое продолжает выполняться ежедневно между Соединенными Штатами и Россией, а также гипотетическая ядерная война - все это приводит к сложному процессу с многими разными событиями. Поэтому мы пользуемся методикой моделирования Монте-Карло, где каждый сценарий ядерной войны с использованием конкретных наступательных и оборонительных компонентов моделирования прогоняется много раз (например, 100 компьютерных прогонов модели, повторяющихся сто раз, о чем говорит заголовок этой статьи). Методы Монте-Карло полагаются на повторяющуюся случайную выборку для вычисления результатов и применяются для оценки комплексных систем и ситуаций, где существуют значительные неопределенности при вводе данных для вычислений. Математическое обеспечение анализа решений *Аналитика* (выпуск 4.0.0.68<sup>11</sup>) было использовано для моделирования последствий ядерных войн для данной работы. В *Аналитике* модель состоит из математических объектов, предназначенных представлять систему реального мира. В этой работе были использованы два вида распределений вероятностей: однородное распределение и распределение Бернулли.

Любая прогонка может представить собой фактический результат ядерной войны. С нашей точки зрения, тот факт, что результат конкретной моделирующей прогонки может показаться нетипичным по сравнению с остальными (иначе говоря, необычным), не делает такой результат менее значительным. Реальная ядерная война может произойти только один раз и ее результат может оказаться сходным с любым из заложенных в модель результатом, хотя может показаться и "неожиданным". Если наилучшие последствия ядерного нападения окажутся неприемлемыми, принимавшие решение лица в государстве потенциального ядерного агрессора обязаны принять такой бедственный результат даже в том случае, когда лучший выбор для агрессора будет более вероятным. Необходимым шагом для достижения сокращения и снятия с боевого дежурства американских и российских ядерных сил послужит надежный и открыто опубликованный анализ о поддержании национальной безопасности обеих стран после этого фундаментального изменения своих ядерных положений.

## ПЕРВЫЙ ЭШЕЛОН

Рассмотрим Первые Эшелоны ядерных сил в Соединенных Штатах и России, состоящие и одинакового числа МБР шахтного базирования с единичной боеголовкой большой мощности. В наших сценариях эти ракеты не находятся на боевом дежурстве - они могут быть запущены между моментами обнаружения атаки извне и попадания атакующей ракеты в ракетную шахту. Моделирование будет стремиться получить ответ на следующий вопрос: может ли атакующая сторона для данного Первого

Эшелона получить перевес от удара первой? Если атакующая сторона сможет так разоружить своего оппонента, от его возмездия со стороны противоположного Первого Эшелона, существует риск, что сдерживание окажется нестабильным.

Рассматривая типы сил Первого Эшелона, мы отвергли концепцию сил баллистических ракет на подводных лодках (сил ПЛАРБ), похожих на современные меньшие арсеналы Англии и Франции. В наших выводах основные требования к стабильному снятому с боевого дежурства сдерживанию составляют максимальная симметрия сил и наиболее четкая предсказуемость результатов ядерной войны. Россия и Соединенные Штаты сейчас поддерживают различные доли патрулирования ПЛАРБ. Если ПЛАРБ Первого Эшелона в мирное время находятся в порту, они уязвимы к разрушению одной или несколькими ядерными боеголовками вместе со всем ядерном оружием, которое находится на них. Если же ПЛАРБ Первого Эшелона находятся в море в мирное время, возникает значительное различие между уязвимостью американских и российских ПЛАРБ из-за обнаружения и поражения противостоящими морскими силами. Россия никогда не примет такой риск и поэтому мы предлагаем силы Первого Эшелона на основе МБР шахтного базирования с одной боеголовкой.

В этой модели ключевой величиной станет вероятность того, что ракетная шахта выживет после одиночного ядерного удара и окажется способной запустить удар возмездия - эту вероятность обозначим  $P_{выж}$ . Сначала определим  $P_{выж}$  для американских и российских шахтных МБР на основе информации из открытых источников<sup>12</sup>.

Летальный Радиус (LR) определяется как расстояние от точки ядерного взрыва, на котором боеголовка будет способна разрушить цель. Формула для LR (в метрах) как функция мощности взрыва  $Y$  (в мегатоннах) и крепости шахты  $H$  ( $H$  - избыточное давление в фунтах на квадратный дюйм) дается выражением:

$$LR = 4540 \times (Y^{1/3} / H^{1/3}) \times \left[ (1 + 2.79/H)^{1/2} + 1.67/H^{1/2} \right]^{2/3} \quad (1)$$

Вероятность попадания при одном выстреле SSKP - это вероятность того, что одиночная и полностью надежная боеголовка может разрушить данную цель. Формула для SSKP приводится в единицах летального радиуса (в метрах) и является функцией мощности (в мегатоннах), а также зависит от точности боеголовки (круговая вероятная ошибка CEP выражается в метрах) и имеет следующий вид

$$SSKP = 1 - 0.5 \wedge (LR/CEP)^2 \quad (2)$$

Наконец, величину SSKP надо умножить на полную надежность OAR системы атакующая ракета/боеголовка для получения вероятности разрушения шахты  $P_{dest}$ :

$$P_{dest} = SSKP \times OAR \quad (3)$$

В Табл.1 представлены диапазоны значений для американских и российских систем МБР шахтного базирования. Ракета "Минитмен III" (США) может быть загружена (или не загружена) спускаемым аппаратом Pease-keeper и боеголовкой. Поэтому мы используем диапазон значений для мощности и точностей систем W78 и W87. Прочность шахты ракет "Минитмен III" приведена в открытой литературе и составляет 2000-2300 psi. Для российского оружия мы отыскали данные по мощности 500-750 кт, приведенные для шахтных МБР. Архив Катаева из Стэнфордского Университета предоставил первые данные из открытых источников относительно российских CEP и прочности шахт, приведенные в Таблице 1.<sup>13</sup> Различные значения OAR цитируются в слушаниях в Конгрессе или в российских заявлениях и расстояния были выбраны на основе этих источников.

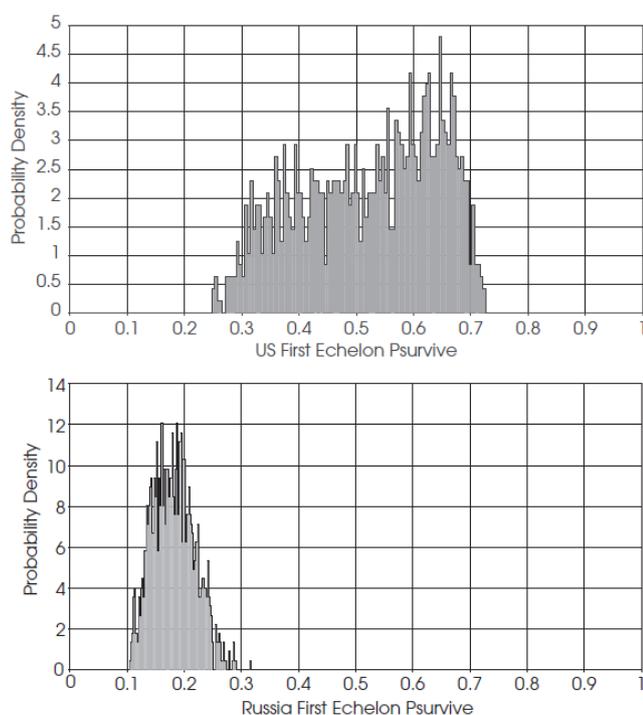
Эти переменные были равномерно распределены по заданной дальности и по вводу в *Аналитику* - модель Монте-Карло, для вычисления вероятности поражения российской шахты американской ракетой и американской

шахты российской ракетой. При расчете SSKP более высокий диапазон мощности российской боеголовки компенсируется меньшим значением CEP у американских ракетных систем, так что средняя вероятность США разрушить российскую шахту с использованием одной боеголовки, запущенной МБР (независимо от OAR) оказывается выше, чем для одной российской боеголовки, запущенной с МБР, разрушить американскую шахту (независимо от OAR). Вероятность того, что ракетная шахта переживет одиночный ядерный удар и сохранит способность для удара возмездия  $P_{выж}$  дается простым выражением:  $1 - P_{dest}$ . На Рис.1 представлены расчеты по Монте-Карло величины  $P_{выж}$  для американских ракет (верхний график) и для российских ракет (нижний график).

**Таблица 1:** Диапазон значений, использованных при вычислении выживаемости Первого Эшелона.

	А	Б	В	Г
США: Минитмен-3	0.170-0.335	90-130	2000-2200	80%-90%
Россия: СС-18, СС-19, СС-27 (шахты)	0.550-0.750	200-400	1500-2000	80%-90%

А - мощность атакующей боеголовки (Y - мегатонны).  
Б - точность атакующей боеголовки (CEP - метры).  
В - прочность атакуемой боеголовки (избыточное давление, psi).  
Г - полная надежность атакующей ракеты (OAR).



**Рис. 1:** Результаты *Аналитики* (плотности вероятности) для вычислений  $P_{выж}$  для американских (сверху) и российских (снизу) Первых Эшелонов – МБР в шахтах с одиночной боеголовкой после 1000 прогонов по Монте-Карло. По вертикальным осям – плотность вероятности, по горизонтальной оси (сверху) –  $P_{выж}$  Первого Эшелона США, снизу –  $P_{выж}$  Первого Эшелона России.

Обратите внимание на сосредоточение российских значений  $P_{выж}$  около среднего значения и более широкий разброс американских данных. Значения  $P_{выж}$  для таких атак очень различаются для США и России (для современных МБР) с учетом точности входных данных. Среднее значение  $P_{выж}$  для американской ракеты Минитмен III оказалось равным  $0.52 \pm 0.12$ , а для российской МБР шахтного базирования эта величина составила  $0.18 \pm 0.04$ .

Теперь рассмотрим смысл создания Соединенными Штатами и Россией сил Первого Эшелона данного размера, снятых с боевого дежурства, с учетом приведенных выше вычислений  $P_{выж}$ . Рассмотрим сначала случай с размерами Первого Эшелона по 100 МБР с одиночной

боеголовкой для каждой ракеты США и России. В этом сценарии ядерного обмена все ядерные силы Первого Эшелона, принадлежащие стране-жертве (СЖ), подвергаются нападению всех ядерных сил Первого Эшелона, принадлежащих атакующей стороне (АС). Атака идет один на одного, все АС-ракеты против запускающих установок СЖ синхронно во времени. После первого удара ракет АС по пусковым установкам СЖ сторона-жертва отвечает ударом возмездия всеми выжившими пусковыми установками.

Эта простая модель неожиданного первого удара одной группы МБР с одной боеголовкой на каждой по одинаковому числу ракет, находящихся в шахтах, иллюстрирует ключевой вопрос данного исследования: результат единственной ядерной войны непредсказуем. С учетом этого встает вопрос - в чем заключается основа сдерживания – это средние или случайные результаты? В Таблицах 2 и 3 представлены результаты по выжившим силам возмездия Первого Эшелона при различных размерах его сил.

Для размера Первого Эшелона в 10 МБР с одиночными боеголовками прогоны Монте-Карло начинались в том случае, когда не было возмездия со стороны СЖ после первого удара со стороны АС. С учетом средней выживаемости российских сил Первого эшелона, равной 0.18, возможность разоружить Россию ударом десяти боеголовок МБР США составляет 14%. Аналогично, с учетом средней выживаемости американских сил Первого Эшелона, равной 0.52, шанс того, что удар десяти российских боеголовок МБР сможет разоружить Первый Эшелон США, составит около десятой процента. Поэтому когда количество пусковых устройств Первого Эшелона уменьшается до очень малых значений, происходит переход к более турбулентному (или хаотическому) аспекту, где первый удар обладает значительной вероятностью разоружения сил Первого Эшелона страны-жертвы.

**Таблица 2:** Статистические результаты для ударов возмездия российского Первого Эшелона, последовавших за атакой Первого Эшелона США, для заданного размера Первого Эшелона (100 прогонов Монте-Карло).

	А	Б	В	Г	Д
500	46,0	90,9	141,0	20,1	
400	41,0	72,5	113,0	17,1	
300	28,0	54,8	93,0	13,2	
200	13,0	36,3	58,0	9,6	
100	6,0	18,1	31,0	5,1	
50	3,0	9,3	19,0	3,2	
25	0,0	4,6	12,0	2,3	
10	0,0	1,8	4,0	1,1	

А - Начальное количество пусковых установок возмездия Первого эшелона  
Б - Российское минимальное количество ударов возмездия  
В - Российское среднее количество ударов возмездия  
Г - Российское максимальное количество ударов возмездия  
Д - Статистическое стандартное отклонение

**Таблица 3:** Статистические результаты для ударов возмездия Первого Эшелона США, последовавших за ударами российского Первого Эшелона, для заданного размера Первого Эшелона (100 прогонов Монте-Карло).

	А	Б	В	Г	Д
500	138,0	260,3	360,0	60,5	
400	103,0	209,7	291,0	46,3	
300	80,0	155,9	221,0	38,4	
200	52,0	104,7	153,0	25,2	
100	17,0	54,0	82,0	14,2	
50	8,0	26,1	43,0	7,2	
25	4,0	13,1	20,0	3,7	
10	1,0	5,3	10,0	1,8	

А - Начальное количество пусковых установок возмездия Первого эшелона  
Б - Минимальное количество ударов возмездия США  
В - Среднее количество ударов возмездия США  
Г - Максимальное количество ударов возмездия США  
Д - Статистическое стандартное отклонение

Однако, с учетом одинаковых чисел ракет Первого Эшелона (по одной на пусковой установке), атакующая сторона будет все сильнее разоружать себя с каждой ракетой, выпущенной для удара первой, поскольку веро-

ятность выживания атакуемой ракетной шахты превышает нулевое значение, как мы видели из расчетов  $P_{\text{выж}}$ . Но мы утверждаем, что дополнительные ядерные силы, выходящие за пределы Первых Эшелонов – более сильно снятые с боевого дежурства Вторые Эшелоны -, на недели или более окажутся удаленными от статуса готовности к запуску.

Возвращение к боевому дежурству не создаст используемого преимущества по сравнению со сбросом и повторным включением. Как США, так и Россия должны поэтому приводить в действие свои Вторые Эшелоны понятными и проверяемыми способами, чтобы избежать внезапного и секретного включения этих сил. Особенно не должен стать возможным захват преимущества обезоруживающего первого удара быстрее, чем это может сделать оппонент. Силы возмездия должны иметь достаточную выживаемость в нормальных условиях мирного времени, а также во время кризиса, где ограничения могут быть сняты. Предполагается, что уверенность в возмездии более важна для сдерживания, чем во время возмездия, и что устойчивое ядерное сдерживание не будет враждебно затронуто некоторыми задержками в мерах возмездия.

С учетом этих вычисленных мер уверенного возмездия и требований, чтобы возможность причинить угрозу десяти городам, достаточна для сдерживания, размеры сил Первого Эшелона порядка ста пусковых установок будут достаточны для стабильного ядерного сдерживания даже с учетом наших вычислений, что российские МБР обладают меньшей выживаемостью, чем американские МБР.

Ядерная война между Соединенными Штатами и Россией будет проходить только один раз. Анализ с рассмотрением только среднего количества пусковых установок, выживших удар, учитывает менее вероятный, но возможный результат - большое количество выживших и отомстивших МБР. В этом исследовании мы утверждаем, что оба результата моделирования важны для сдерживания.

**ПРОТИВОРАКЕТНАЯ ОБОРОНА И ПЕРВЫЙ ЭШЕЛОН**

Чтобы сдерживание оказалось хорошо стабильным с ядерными силами, не находящимися на дежурстве, должны быть устойчивы сами Первые Эшелоны. АС не может ожидать устранения Первого Эшелона СЖ посредством сочетания неожиданного наступательного удара и успешной обороны от выживающего возмездия СЖ Первого Эшелона. Наши подсчеты будут изучать ожидаемое возмездие со стороны российского Первого Эшелона при различных размерах сил при умеренных оценках противоракетного щита обороны США, способного к перехвату порядка нескольких сотен поступающих целей – боеголовок или ложных боеголовок – даже хотя это не особо вероятное предположение в наше время.

Наш анализ, основанный на программе *Аналитика*, которую мы использовали для наших концептуальных ядерных сил Первого Эшелона, развивается, похоже, на модель противоракетной обороны (ПРО) Дина Вильке-нинга, который рассматривал ПРО на основе перехватчиков как тройную модель Бернулли<sup>14</sup>. Принятый Вильке-нингом подход заключался в разработке простой модели ПРО и перехватчиков, в которой не требовалось “детального понимания датчиков и перехватчиков, образующих оборону, а также детальных характеристик мишеней, которые оборона собирается сбивать.”

Переменными в этой модели эффективности ПРО являлись атакующие боеголовки, ложные цели и дискриминация систем ПРО:

$W$  – фактическое количество боеголовок в атаке (наша модель принимает в качестве такой переменной подсчитанное на выходе выживших боеголовок Первого Эшелона, запущенных в качестве возмездия);

$D$  – фактическое количество ложных целей в атаке, приходящееся на боеголовку и на запускающее устройство, умноженное на число выживших боеголовок, запущенных в качестве возмездия;

$P_{\text{ww}}$  – вероятность того, что система ПРО правильно идентифицировала боеголовку как боеголовку, а не как ложную цель;

$P_{\text{DD}}$  – вероятность того, что система ПРО правильно

идентифицировала ложную цель как ложную цель.

Отсюда следует, что  $P_{\text{WD}}$  – вероятность ошибочной идентификации боеголовки в качестве ложной цели – дается выражением

$$P_{\text{WD}} = 1 - P_{\text{WW}} \tag{4}$$

А  $P_{\text{DW}}$  - вероятность того, что ложная цель ошибочно идентифицирована в качестве боеголовки, выглядит следующим образом

$$P_{\text{DW}} = 1 - P_{\text{DD}} \tag{5}$$

Поэтому при взгляде со стороны размеры атаки (или количество целей  $T$  для системы ПРО) определяется соотношением

$$T = P_{\text{WW}} \times W + P_{\text{DW}} \times D \tag{6}$$

Боеголовки просачиваются сквозь оборону и доходят до своих целей отчасти по той причине, что боеголовка была ошибочно отождествлена с ложной целью, или в связи с тем, что боеголовку уже однажды определили как атаковую, но перехват не состоялся. Неверная идентификация ложной цели в качестве боеголовки увеличивает нагрузку на систему ПРО в связи с атакой на нее.  $P_{\text{WD}}$  – вероятность того, что боеголовка неверно отождествлена системой ПРО как ложная цель. Это пример общих неудач, влияющих на все попытки системы помешать атаке. Другим примером общих неудач была бы невозможность системы команд и контроля ПРО осуществлять четкую связь с пусковыми установками ракет во время атаки. Важность отдельного рассмотрения общего режима неудач связана с тем, что такие проблемы не удастся улучшить увеличением численности перехватчиков ПРО - эти проблемы отражают общие технические дефекты системы.

Определим переменную  $k$  как вероятность того, что система ПРО сбивает боеголовку, которая была правильно отождествлена как боеголовка с первой попытки. Если рассмотреть случай, когда можно предпринять несколько выстрелов (скажем,  $N$  отдельных попыток) системой ПРО по налетающей цели и потом допустить, что вероятность успеха этих выстрелов статистически независима, то объединенная вероятность  $K$  от многих попыток поражения дается выражением

$$K = 1 - (1 - k)^N \tag{7}$$

И поэтому вероятность того, что боеголовки просочатся через оборону или вероятность удара возмездия стороной-жертвой вопреки ПРО,  $P_{\text{ret}}$ , дается выражением

$$P_{\text{ret}} = P_{\text{wd}} + P_{\text{WW}} \times (1 - K) \tag{8}$$

Эта вероятность возмездия данной боеголовки при наличии ПРО также может быть записана в виде

$$P_{\text{ret}} = P_{\text{WW}} \times K \tag{9}$$

Используя подход Монте-Карло для моделирования, создадим массив входящих боеголовок, присвоим номера тяжелых ложных целей для каждой боеголовки и проследим судьбу каждой боеголовки и каждой ложной цели в ходе процесса дискриминации и события перехвата, суммируя полное возмездие для каждого прогона Монте-Карло. Конкретно рассмотрим случай, где система ПРО США владеет возможностью дискриминации боеголовок ( $P_{\text{WW}}$ ), равной 80%, дискриминации тяжелых ложных целей ( $P_{\text{DD}}$ ) в 10% и вероятностью поражения цели перехватчиком ПРО ( $k$ ) 80%. Мы моделируем предельное количество перехватчиков ПРО в 300 оборонительных ракет. Эти параметры были выбраны в качестве верхнего предела по отношению к российской оценке будущих возможностей ПРО США против российских стратегических боеголовок в варианте “наихудшего сценария” планировщиков обороны. Количество тяжелых ложных це-

лей, которое может быть установлено на конкретной российской пусковой установке, зависит от типа ракеты, но мы рассматриваем от нуля до пяти тяжелых ложных целей, установленных с ядерной боеголовкой. Мы особенно заинтересованы в ситуации, где полное количество целей Т (боеголовок и ложные цели, ошибочно идентифицированные как боеголовки) превосходит количество перехватчиков, выведенных системой ПРО и обозначаемых как  $N_{\text{перехват}}$ .

Теперь после комбинирования расчетов атаки, дискриминации и перехвата в Таблице 4 сведены итоговые данные свыше сотни прогонов по модели Монте-Карло для российского Первого Эшелона размером в 150 МБР с одной боеголовкой у каждой. На основе вычисления  $P_{\text{выж}}$  среднее российское возмездие от ее выжившего Первого Эшелона до встречи с противоракетным щитом США составит 21 атакующую боеголовку. Для меньшего случая десяти перехватчиков среднее российское возмездие уменьшится примерно до семи боеголовок без использования российских тяжелых ложных целей, что отражает предполагаемую вероятность поражения американским перехватчиком до десяти возможных мишеней. По мере добавления тяжелых ложных мишеней к каждому российскому пусковому устройству американская система ПРО должна отводить перехватчики, где она не может отличить эти ложные мишени от боеголовки. Таким образом, российское возмездие не так уж ослабляется и ракетный щит США оказывается настолько перегруженным мишенями (ложными целями, неверно отождествленными как боеголовки), что атака недостаточно уменьшена обоем.

**Таблица 4:** Статистические результаты *Аналитики* для системы ПРО США, перехватывающей возмездие от российского Первого Эшелона из 150 МБР с одиночными боеголовками.

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
150	10	0	0	13,9	37	8,4
150	50	0	0	4,6	16	3,0
150	100	0	0	4,1	12	2,7
150	200	0	0	4,1	12	2,7
150	300	0	0	4,1	12	2,7
150	10	1	0	17,8	28	8,6
150	50	1	0	6,7	31	5,4
150	100	1	0	4,5	15	3,1
150	200	1	0	4,1	12	2,7
150	300	1	0	4,1	12	2,7
150	10	3	0	19,5	46	8,9
150	50	3	0	12,6	34	8,2
150	100	3	0	7,1	33	5,8
150	200	3	0	4,5	13	3,1
150	300	3	0	4,3	12	3,0
150	10	5	2	20,3	47	8,7
150	50	5	0	15,5	42	8,8
<b>150</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>10,7</b>	<b>36</b>	<b>7,9</b>
150	200	5	0	5,6	27	4,2
150	300	5	0	4,6	17	3,2

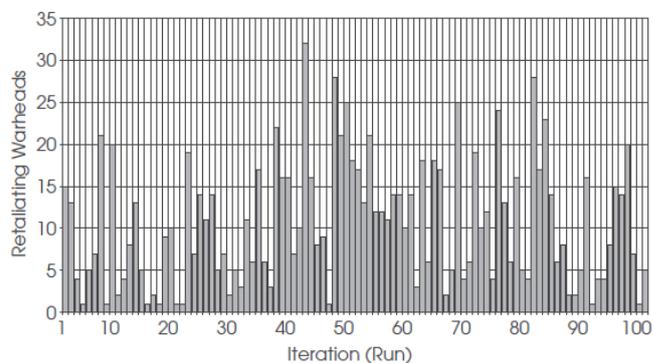
А) Размер Первого Эшелона СЖ (Россия), Б) Число перехватчиков ПРО АС (США), В) Количество ложных целей на боеголовку СЖ (Россия), Г) Минимальное возмездие, Д) Среднее возмездие, Е) Максимальное возмездие, Ж) Стандартное отклонение

Когда количество перехватчиков ПРО возрастет выше начального числа атакующих российских боеголовок (выше, чем в среднем 21 перехватчик ПРО) большая часть возмездия Российского Первого Эшелона успешно защищает от щита США. Когда количество перехватчиков ПРО значительно превышает среднее российское возмездие, например, при 300 перехватчиках единственными российскими боеголовками, проникающими за противоракетный щит США, окажутся те, которые были ошибочно идентифицированы как ложные цели (в среднем, таких окажется около четырех согласно нашему выбору  $P_{\text{выж}}$ ). Поэтому при 300 перехватчиков ПРО против гораздо меньшего количества целей наилучшей операционной стратегией США из-за его щита было бы нападать на все боеголовки и ложные цели для компенсации ошибок общего типа.

Обращает на себя внимание Таблица 4, где 100 перехватчиков ПРО США борются с пятью тяжелыми ложными целями, приходящимися на российскую боеголовку. С нашей точки зрения, этот модельный прогон иллюстри-

рует разумный предел на перехватчики ПРО при размере Первого Эшелона 150 пусковых установок. Мы постулируем, что сдерживание сегодня останется стабильным, если быть уверенным в возмездии против всего десяти городов. Обратите внимание, что ими могут оказаться любые города США – конкретное нацеливание возмездия СЖ неизвестно АС – и в этом смысле все крупные центры метрополии окажутся городами-заложниками для целей сдерживания.

Но важно не только среднее возмездие, но также и то, что окажется наихудшим случаем для АС (в данном случае это США) среди возможных ядерных войн, а это и есть максимальное возмездие. На Рис. 2. показаны выжившие боеголовки российского Первого Эшелона (из числа начальных 150), которые проникают через американский щит ПРО в случае 100 ракет-перехватчиков и пяти тяжелых ложных целей, приходящихся на боеголовку, для прогонов модели Монте-Карло. Максимальное возмездие оказывается сильно зависящим от количества ракет-перехватчиков, поскольку максимальное возмездие зависит сильнее от перехвата и меньше от дискриминационного аспекта системы ПРО. И, конечно, дискриминационные способности системы ПРО не могут с разумной точки зрения стать темой для установления переговорных пределов в будущих договорах по контролю над вооружениями между Соединенными Штатами и Россией, но пределы на число перехватчиков должны быть обговорены и проверены. По мере того, как перехваты силами ПРО и вероятность дискриминации боеголовок со стороны АС уменьшается, возмездие со стороны СЖ растет до уровня выживших сил СЖ, увеличивая стабильность сдерживания по отношению к структуре сил Первого Эшелона. Обратите внимание, что были найдены два прогона Монте-Карло, где щит ПРО полностью защищал от возмездия со стороны российского Первого Эшелона. Суждениям о стабильности сдерживания следует также принять во внимание события с меньшей вероятностью, которые благоприятствуют АС.



**Рис.2:** В окне результатов программы *Аналитика* отложено количество боеголовок российского Первого Эшелона из числа начальных 150 боеголовок, выживших в ударе США и проникших сквозь обладающую высокими качествами систему ПРО США. Приведены данные для 100 перехватчиков ПРО и пяти тяжелых ложных целей на российскую боеголовку. По вертикальной оси отложено количество боеголовок, осуществлявших возмездие, а по горизонтальной – число итераций.

В этой работе мы также рассмотрели случаи сотни российских пусковых установок Первого Эшелона и пятидесяти пусковых установок Первого Эшелона по отношению к нашей модели ПРО, чтобы таким же образом оценить пределы на перехватчики ПРО, как на компоненты будущих обсуждений контроля над вооружениями. Таблицы 5 и 6 предоставляют подобные статистические результаты модели при этих более низких размерах Российского Первого Эшелона.

Эти предложенные ограничения на перехватчики ПРО обеспечивают уверенность, что при данном лимите на перехватчики существенные силы выживут при неожиданном ядерном нападении, а готовые к возмездию боеголовки проникнут сквозь экраны ПРО, чтобы иметь возможность взорваться над городами атаковавшей стороны. Моделирование показало важность мер противо-

действия щиту ПРО. При наличии дополнительных и более сильно замаскированных ядерных сил во Втором Эшелоне системам ПРО придется справляться с последующими ударами возмездия в виде утешения.

**Таблица 5:** Статистические результаты *Аналитики* по системе ПРО США, перехватывающей возмездие от российского Первого Эшелона численностью 100 МБР с одной боеголовкой (предлагаемый лимит 500 боеголовки).

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
100	10	0	0	7,0	19	5,0
100	25	0	0	2,84	8	2,0
100	50	0	0	2,8	8	2,0
100	75	0	0	2,8	8	2,0
100	100	0	0	2,8	8	2,0
100	10	1	0	10,2	23	6,0
100	25	1	0	5,6	16	4,2
100	50	1	0	3,5	10	2,7
100	75	1	0	3,0	8	2,2
100	100	1	0	2,9	8	2,0
100	10	3	1	12,1	25	6,0
100	25	3	0	9,5	26	5,9
100	50	3	0	5,9	19	4,7
100	75	3	0	4,3	14	3,5
100	100	3	0	3,6	10	2,5
100	10	5	1	12,6	26	5,8
<b>100</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>5,9</b>
100	50	5	0	8,0	21	5,6
100	75	5	0	5,8	19	4,6
100	100	5	0	4,6	15	3,7

А) Размер Первого Эшелона СЖ (Россия), Б) Число перехватчиков ПРО АС (США), В) Количество ложных целей на боеголовку СЖ (Россия), Г) Минимальное возмездие, Д) Среднее возмездие, Е) Максимальное возмездие, Ж) Стандартное отклонение

**Таблица 6:** Статистические результаты *Аналитики* по системе ПРО США, перехватывающей возмездие от российского Первого Эшелона численностью в 50 пусковых установок МБР с одной боеголовкой на каждой (предлагаемый лимит 100 боеголовки).

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
50	5	0	0	3,6	16	3,0
50	10	0	0	2,2	8	1,9
50	15	0	0	1,7	8	1,6
50	20	0	0	1,5	6	1,5
50	25	0	0	1,5	5	1,4
50	5	1	0	5,3	15	3,5
50	10	1	0	3,8	16	3,1
50	15	1	0	2,7	15	2,7
50	20	1	0	2,2	11	2,0
50	25	1	0	1,9	10	1,8
50	5	3	0	6,3	16	3,6
50	10	3	0	5,5	17	3,6
50	15	3	0	4,6	18	3,6
50	20	3	0	3,9	15	3,4
50	25	3	0	3,4	14	2,9
<b>50</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>6,6</b>	<b>18</b>	<b>3,5</b>
50	10	5	0	5,9	18	3,6
50	15	5	0	5,3	15	3,4
50	20	5	0	4,8	16	3,4
50	25	5	0	4,4	15	3,4

А) Размер Первого Эшелона СЖ (Россия), Б) Число перехватчиков ПРО АС (США), В) Количество ложных целей на боеголовку СЖ (Россия), Г) Минимальное возмездие, Д) Среднее возмездие, Е) Максимальное возмездие, Ж) Стандартное отклонение

## РОЛЬ ВТОРОГО ЭШЕЛОНА

Намерение нашей работы состояло, прежде всего, в создании правдоподобных сил Первого и Второго Эшелонов для Соединенных Штатов и России, основанных на помещенной в открытых источниках информации о стратегическом и тактическом вооружении, а во-вторых, для оценки вклада Второго Эшелона в гарантированное возмездие или вклада в стабильность сдерживания. Как мы считаем, Второй Эшелон ядерных сил более глубоко снят с боевого дежурства, чем Первый Эшелон – для перевода в статус готовности потребуются длительный период готовности от дней до недель. В самом деле, о Втором Эшелоне можно думать, как о целом резервуаре возможностей ядерного оружия страны. Конечно, Первый и Вто-

рой Эшелоны вместе составляют ядерное сдерживание, но в нашей формулировке основной барьер ядерной войне между Соединенными Штатами и Россией лежит в ожидаемом возмездии от одного Первого Эшелона.

Этот Второй Эшелон снятых с боевого дежурства ядерных сил состоит из более разнообразного набора ядерного оружия, обеспечивающего одинаковое количество боеголовок с каждой стороны, но с асимметрией в типах вооружения. Наша модель приписывает пусковые установки МБР шахтного типа с многими боеголовками Второму Эшелону, поскольку группа таких систем оружия будет обладать способностью разрушения Первого Эшелона, что скомпрометирует гарантированное возмездие. Еще наша модель присваивает ПЛАРБ и подвижные пусковые установки Второму Эшелону из-за возможных изменений темпов операционного развертывания и уязвимости к неядерному нападению, как обсуждалось выше.

Из-за роли МБР с одной боеголовкой Первого Эшелона, представляющих основной барьер ядерной войне, Второй Эшелон обладает более высокой гибкостью в представлениях о различии между Соединенными Штатами и Россией, например, включая тактическое ядерное оружие, как определялось в отдельных оценках безопасности Соединенными Штатами и Россией. Даже хотя мы рассматривали размер сил Первого Эшелона в 500 МБР шахтного базирования, маловероятно, чтобы Россия могла поддержать это количество пусковых установок шахтного базирования в ближайшем будущем. Однако не забудьте, что размер Первого Эшелона, грубо говоря, в сто пусковых установок обеспечит стабильный барьер ядерной войне.

В этой статье мы предлагаем ядерные силы Первого и Второго Эшелонов для России и Соединенных Штатов при полных лимитах на боеголовки в 1000, 500 и 100 единиц, включая тактическое вооружение. Смеси этих сил принимают во внимание тот факт, что российские системы SS-18, SS-19 и SS-25 достигают конца своих жизней и будут заменены системами SS-27 на более низких уровнях своих сил. Предположим также, что ПЛАРБы останутся центральными для смеси сил США, а подвижные МБР на дорогах останутся центральными для смеси российских ядерных сил. Как только лимиты на боеголовки снизятся от 1000 до 100, мы предлагаем, чтобы доля оружия в Первом Эшелоне возросла от 15% до 50%.

События в моделях сценария Второго Эшелона развертываются следующим образом:

- Атака на пусковые шахты МБР Первого Эшелона ЖС проводится АС, где каждая пусковая установка ЖС Первого Эшелона имеет заданную вероятность выживания, оцениваемую в нашей манере Монте-Карло;
- Выжившие шахтные пусковые установки Первого Эшелона ЖС наносят удары возмездия по городам АС;
- Приводятся в боевую готовность силы АС Второго Эшелона и следуют удары этими силами по развертываемым силам СЖ Второго Эшелона;
- Если пусковые установки СЖ Второго Эшелона приведены в боевую готовность до получения удара от сил АС Второго Эшелона, то они (СЖ) наносят удары возмездия по городам АС;
- Если по пусковым установкам СЖ Второго Эшелона наносятся удары до того, как они приведены в боевую готовность, но выжили, то они наносят удары возмездия по городам АС.

В этой моделирующей работе мы ввели новую случайную переменную под названием Pbefoge, которая является (малой) вероятностью того, что пусковое устройство Второго Эшелона может быть переведено в состояние готовности к запуску и развернуто (например, ПЛАРБ в море, подвижная МБР в лесу) до того, как оно окажется под ударом сил Второго Эшелона противоположной стороны или, возможно, обычных военных средств. Более того, мы не можем на этой стадии работ четко подсчитать Psurvive для сил Второго Эшелона, не рассматривать истощение системой ПРО, а только изучать результаты моделирования для совокупных малых, средних и высоких значений Psurvive для базирующихся в шахтах МБР, подвижных МБР и ПЛАРБ, подвергаемых нападению. У

находящихся в шахтах пусковых установок величина Psurvive была промоделирована как 0.03 (низкая), 0.04 (средняя) и 0.05 (высокая). Для подвижных пусковых установок величина Psurvive была установлена в следующих размерах: 0.02, 0.06 и 0.10, а для ПЛАРБ – 0.01, 0.02 и 0.03.

Для каждого прогона этих моделей мы использовали силы Первого и Второго Эшелонов из Таблиц А1 – А3 (смотрите Приложение) – нашей предложенной структуры сил для шагов в процессе контроля над вооружениями, следующего за осуществлением Нового СТАРТА. В Таблицах А4-А6 (смотрите Приложение) проверяется для диапазона поколений и выживаемости сил Второго Эшелона их вклад в гарантированное возмездие в добавление к гарантированному возмездию сил Первого Эшелона. В эти вычисления мы не рассматриваем истощение боеголовок атакующей стороны от ПРО стороны-жертвы, все, что мы видим, это вклад Второго Эшелона в стабильность сдерживания и в поддержку Первого Эшелона, особенно при малых числах и для расчетного максимального возмездия. Кроме того, фактор Pbefore, то-есть, вероятность того, что некоторые ракеты Второго Эшелона успеют установить боевую готовность и произвести выстрел до получения удара, также играет важную роль в ценности возмездия этого фактора имеет случайный характер и зависит от многих экстремальных условий, возникающих в ходе ядерной войны. Для усиления сдерживания было бы полезно исследовать возможность зафиксировать технически эту неопределенность в требуемых рамках и поэтому реально руководить эффективностью сдерживания.

## ВЫВОДЫ

В этом исследовании мы рассматривали эффекты сокращения размеров сил и изменения положения дел с запуском стратегических сил США и России на стабильность сдерживания. Мы разделили американские и российские силы на Первый Эшелон, состоящий из пусковых установок шахтного базирования с одной боеголовкой, которые могут быть приведены в состояние боевой готовности в течение нескольких часов (но обычно они не находятся на боевом дежурстве), и на Второй Эшелон более разнообразных ядерных сил, требуется значительно большее время (от дней до недель), чтобы подготовиться к запуску.

Мы нашли, что с учетом разумных оценок о характеристиках оружия (например, точность и твердость к ядерному взрыву) ядерные силы Первого Эшелона могут выживать и наносить удары возмездия в количествах, удовлетворяющих разумные требования сдерживания. В случае неожиданного удара примерно сотни пусковых установок Первого Эшелона в среднем десять городов будут разрушены в качестве возмездия. Более того, атакующей стороне (если она будет рациональной) придется признать, что может произойти гораздо более худший исход – дальнейшая поддержка сдерживания. В космическом метании костей агрессор может без труда пострадать от нехватки очков вместо того, чтобы набрать “только” десятку.

Затем мы ввели ограничения на количество перехватчиков ПРО, совместимое со стабильным сдерживанием между силами Первого Эшелона, в предположении больших возможностей систем (непохожее технологическое достижение поддающегося предвидению будущего). Наконец, мы ввели в модель силы Второго Эшелона и подсчитали их дополнительный вклад в возможность возмездия и поэтому в устойчивость. Мы предложили специфические силы в рамках Первого и Второго Эшелонов, которые усилили бы стратегическую стабильность.

Важный шаг на пути к освобождению мира от ядерной опасности состоит в снятии с боевого дежурства американских и российских ядерных сил, что обеспечивает возросшие времена предупреждения и принятия решения. Сегодня значительная часть американских и российских ядерных ракет остается в состоянии минутной боевой готовности к запуску. Такое взаимное незащищенное состояние несет за собой значительный и постоянный риск случайных или несанкционированных запусков ядерных ракет, вполне возможно приводящих к полномасштабной ядерной войне из-за технических дефек-

тов, ошибок обслуживающего персонала или саботажа террористов, что скорее всего увеличится в периоды растущих международных напряженностей. Для уменьшения этой серьезной опасности в мирное время и в периоды кризиса необходимо понизить готовность к запуску у всех ядерных сил - то есть, снять их с боевого дежурства.

В настоящее время глубоко засевший образ мышления времен холодной войны в ведомствах безопасности как США, так и России выступает против снятия с боевого дежурства. В недавнем Обзоре Ядерного Состояния (NPR) администрация США заявила: “NPR рассмотрел возможность понижения уровней боевой готовности МБР и ПЛАРБ и пришел к выводу, что такие шаги могут понизить кризисную стабильность, предоставляя противнику стимул к атаке до завершения прекращения боевого дежурства.” Результаты нашего моделирования опровергают такой взгляд. После изменения конфигурации стратегических сил каждой стороны на два эшелона с разной готовностью к запуску не останется побуждений инициировать возврат к боевому дежурству. Города обеих сторон останутся уязвимыми ко второму удару возмездия другой стороны при любом сценарии. Поэтому подготовленный возврат к боевому дежурству не будет иметь рациональных намерений. Более того, эти результаты справедливы в широком диапазоне условий, что позволяет иметь обладающую большими возможностями ПРО и ослабление сил в результате обычных ударов.

Это исследование показывает, насколько стабильным может быть сдерживание, основанное на взаимной уязвимости американских и российских городских центров и имеющее возможность к существованию с относительно малым числом стратегических сил, не поддерживая их на боевом дежурстве с готовностью к запуску. Существует достаточная возможность для глубокого сокращения размеров стратегических arsenалов и для понижения их нормальной готовности к запуску такими способами, которые надежно предохраняют от ошибочного пуска по ложной тревоге или от несанкционированного запуска.

Нужны дальнейшие исследования и работы по моделированию, чтобы устойчивый путь от малых количеств ядерных сил, предполагаемых в этом исследовании, до очень малых или нулевых сил был найден. Результаты нашего моделирования наводят на мысль, что эшелонная архитектура сил будет нуждаться в дальнейшем рассмотрении для осуществления стабильного перехода к Глобальному Нулю. Нам также придется принять во внимание стратегические arsenалы других стран с ядерным оружием. Нам придется расширить биполярный ядерный баланс, проанализированный в этом исследовании, в мультиполярный баланс, стабильность которого еще остается открытым вопросом.

Каковы бы ни были результаты такой оценки, открытость останется ключом к пониманию ядерных рисков и грядущих возможностей, а также к здравым выводам для стратегической политики. Прозрачность обеспечивает информированные публичные обсуждения о требованиях сдерживания, а также о существующем и желаемом уровне содержащегося риска. Она поощряет ясность, консенсус и сотрудничество по этим вопросам между ядерными планировщиками США и России и позволяет расширить изложение экспертов, включая посредников из других стран. Путь к Глобальному Нулю должен быть установлен в виде открытого и глобального форума по сдерживанию и альтернативным рамкам взаимности. Это совместное американско-российское исследование, как мы надеемся, вдохновит нас на дальнейшую открытость и совместную работу по будущим стратегическим оценкам.

## ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. При обсуждении технических вариантов для снимаемых с боевого дежурства ядерных сил смотрите статью Брюса Блера (Bruce G. Blair) “Снимаемые с боевого дежурства стратегические силы”, в сборнике *Повторение визита в Рейкьявик: Шаги к миру без ядерного оружия* под редакцией Джорджа Шульца (George P. Shultz), Сиднея Дрелла (Sidney D. Drell), и Джеймса Гудби (James E. Goodby) – (Стэнфорд, пресса Института Гувера, 2008). Смотрите также: Виктор Есин, “Ядерное разоружение:

Страна, Проблемы и Перспективы.”*Россия и Америка в XXI веке*. 3 (2010) и Павел Золотарев, “План Универсального Полного Ядерного Разоружения”, Центр Джеймса Мартина по изучению нераспространения, Доклад No.15 (апрель 2009).

2. Что касается текущих операционных боеголовок США, мы верим, что почти все стратегические боеголовки шахтно базирования находятся в состоянии боевой готовности и кроме того четыре американские подлодки с баллистическими ракетами находятся на патрулировании с высокой боеготовностью в любое заданное время в Атлантическом и Тихом Океанах. Смотрите Роберта С.Норриса и Ханса М.Кристенсена, “Ядерные силы США, 2010,” *Bulletin of the Atomic Scientists* 66 (May/June 2010): 50-70 и Ханс М.Кристенсен, “Стратегические подлодки США продолжают патрулирование почти с темпами холодной войны,” (<http://www.fas.org/blog/ssp/2009/03/ussban.php>) (March 16, 2009). По отношению к российским стратегическим силам мы понимаем, что 75-80% SS-18, SS-19 и SS-27 находятся на боевом дежурстве в шахтах. Небольшая часть подвижного (SS-25 и SS-27) оружия находятся вне гарнизонов в любое заданное время в состоянии боевого патрулирования и Россия, похоже, не поддерживает сейчас непрерывное патрулирование своих ПЛАРБ. Смотрите Роберт С. Норрис и Ханс М. Кристенсен, “Ядерный блокнот: Российские ядерные силы, 2009,” *Bulletin of the Atomic Scientists* 65 (May/June 2009): 59-69 и Ханс М.Кристенсен, “Реакция на патрулирование российских стратегических подлодок”, (<http://www.fas.org/blog/ssp/2009/russia/php>) (February 2009). Смотрите также Брюс Блэр, “Отсутствие боевой тревоги у ядерных сил”, Брукингский институт (1995) и доклад (смотрите).

3. Наше определение стабильности ядерного сдерживания сосредоточено на так называемой “устойчивости первого удара” между двумя государствами с ядерным оружием, обсуждавшейся с успехом в работе Томаса Шеллинга *Стратегия конфликта* (Кембридж, издание Гарвардского университета, 1960). Более количественный анализ можно найти в работе Гленна А. Кента и Дэвида Е. Тэйлера, “Стабильность первого удара; Методология оценки стратегических сил, “ RAND R-3765-AF (август 1989).

4. Обзор ядерного состояния 2010 года ясно отверг снятие с боевого дежурства стратегических ядерных сил США : “сокращение нормы дежурства для МБР и уменьшение срока вахты для ПЛАРБ....смогут уменьшить кри-

зисную стабильность путем предоставления противнику побуждения атаковать до того, как завершится возвращение к боевому дежурству.” Министерство обороны США, “Отчет по Обзору ядерного состояния” (апрель 2010), 26.

5. Смотрите доклад Блэра<sup>1</sup>.

6. Для расширенного представления этого подхода смотрите работу Валерия Ярынича, *СЗ: Ядерное командование, Контроль и Сотрудничество* (Вашингтон, округ Колумбия; Центр оборонной информации, 2003).

7. Смотрите, например, главу о моделях стратегического ядерного обмена в труде Фрэнсиса П. Хебера, *Военные приложения моделирования: рассмотрение отобранных случаев*, (Нью Йорк, Гордон энд Брич, 1981), 154-180.

8. Смотрите, например, М.К.Пол и Нил Хиллерман, “Процедура вычисления версии СНА Программы 50 для Модели ядерного обмена (апрель 1970) и Нил Хиллерман, “Теоретическая основа Программы 50 для Модели ядерного обмена,” Центр военно-морского анализа (март 1972).

9. Интересная неофициальная российская модель ядерного обмена изложена в работе В.А. Геловани, А.А. Пионтковского и А.П. Скороходова, “Анализ стратегической стабильности посредством математического моделирования,” *International Political Science Review*, 11 (1990), 243-260.

10. Роберт Е. Баннелл и Ричард А.Такакс, “BRIC: Интерактивная целевая программируемая модель для проблем ядерного обмена,” Технологический институт ВВС март 1984).

11. Аналитика, выпуск 4.0.0.68, продукт Люмина Десижн Системс Корпорейшн, ([www.lumina.com](http://www.lumina.com)).

12. Линн Этеридж Дэйвис и Уорнер Р.Шиллинг, “Все, что вы когда-либо хотели узнать о МБР и МИРВ, но не могли спросить,” *Journal of Conflict Resolution*, 17 (кол1973): 207-242.

13. Павел Подвиг, “Окно уязвимости, которое не было советской военной рекламой в 70-х годах,” *International Security*, 33 (2008): 118-138.

14. Дин Уилкенинг, “Простая модель для вычисления эффективности обороны от баллистических ракет,” Рабочая статья; Центр по международной безопасности и сотрудничеству, Стэнфордский университет, август 1998 (изменено в апреле 2002).

## ПРИЛОЖЕНИЕ: СИЛЫ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ЭШЕЛОНОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Таблица А1:** Гипотетические ядерные силы Первого и Второго Эшелонов для Соединенных Штатов и России в рамках предела в 1000 боеголовок, включая тактические ядерные боеголовки.

Эшелон	Носитель	Количество носителей	Количество боеголовок на носителе	Всего боеголовок
Гипотетические ядерные силы России в рамках предела в 1000 боеголовок				
Первый эшелон	SS-18	20	1	20
Первый эшелон	SS-19	70	1	70
Первый эшелон	SS-27 (шахты)	60	1	60
Полный Первый эшелон		150		150
Второй эшелон	SS-25 (мобильная)	120	1	120
Второй эшелон	SS-27 (мобильная)	10	1	10
Второй эшелон	SS-18	30	10	300
Второй эшелон	4 SSBN, 16 SLBM на SSBN	64	2	128
Полный стратегический Второй эшелон		224		558
Тактическое ядерное оружие				292
Всего		374		1000
Гипотетические ядерные силы Соединенных Штатов в рамках предела в 1000 боеголовок				
Первый эшелон	Минитмен-III	150	1	150
Полный Первый эшелон		150		150
Второй эшелон	Минитмен-III	120	2	240
Второй эшелон	8 SSBN, 16 SLBM на SSBN	128	4	512
Полный стратегический Второй эшелон		248		752
Тактическое ядерное оружие				98
Всего		398		1000

**Таблица А2:** Гипотетические ядерные силы Первого и Второго Эшелонов для Соединенных Штатов и России в рамках предела в 500 боеголовок, включая тактические ядерные боеголовки.

Эшелон	Носитель	Количество носителей	Количество боеголовок на носителе	Всего боеголовок
Гипотетические ядерные силы России в рамках предела в 500 боеголовок				
Первый эшелон	SS-18	20	1	20
Первый эшелон	SS-27 (шахты)	80	1	80
Полный Первый эшелон		100		100
Второй эшелон	SS-25 (мобильная)	36	1	36
Второй эшелон	SS-27 (мобильная)	40	1	40
Второй эшелон	SS-27 (мобильная с несколькими боеголовками)	40	4	160
Второй эшелон	2 SSBN, 16 SLBM на SSBN	32	2	64
Полный стратегический Второй эшелон		148		300
Тактическое ядерное оружие				100
Всего		248		500
Гипотетические ядерные силы Соединенных Штатов в рамках предела в 500 боеголовок				
Первый эшелон	Минитмен-III	100	1	100
Полный Первый эшелон		100		100
Второй эшелон	Минитмен-III	72	2	144
Второй эшелон	4 SSBN, 16 SLBM на SSBN	64	4	256
Полный стратегический Второй эшелон		136		400
Тактическое ядерное оружие				0
Всего		236		500

**Таблица А3:** Гипотетические ядерные силы Первого и Второго Эшелонов для Соединенных Штатов и России в рамках предела в 100 боеголовок, без учета тактического ядерного оружия.

Эшелон	Носитель	Количество носителей	Количество боеголовок на носителе	Всего боеголовок
Гипотетические ядерные силы России в рамках предела в 100 боеголовок				
Первый эшелон	SS-27 (шахты)	50	1	50
Полный Первый эшелон		50	1	50
Второй эшелон	SS-27 (мобильная)	50	1	50
Полный стратегический Второй эшелон		50	1	50
Тактическое ядерное оружие				0
Всего		100		100
Гипотетические ядерные силы Соединенных Штатов в рамках предела в 100 боеголовок				
Первый эшелон	Минитмен-III	50	1	50
Полный Первый эшелон		50		50
Второй эшелон	2 SSBN, 16 SLBM на SSBN	32	1 - 2	50
Полный стратегический Второй эшелон		32		50
Тактическое ядерное оружие				0
Всего		82		100

Перевод и смысл терминов в левом столбце Таблиц А-4 - А-6 смотрите в разделе "Второй Эшелон".

**Таблица А-4;** Моделированное российское и американское сдерживание возмездием в рамках предлагаемого лимита в 1000 боеголовки с силами Первого и Второго Эшелонов, снятыми с дежурства.

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = Low	14	33,7	85	12,7	66	54	78,3	143	12,3	74
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = Mid	21	43,4	82	22,4	64	49	85,8	213	19,8	142
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = High	24	52,8	100	31,8	74	58	93,4	206	27,4	140
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = Low	29	60,9	111	39,9	95	60	115,6	293	49,6	224
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = Mid	33	70,2	130	49,2	109	59	122,3	281	56,3	208
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = High	30	79,1	151	58,1	133	65	128,5	279	62,5	214
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = Low	35	87,8	165	66,8	29,7	76	153	371	87	302
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = Mid	39	97	196	75,9	174	79	160	361	94	288
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = High	40	105,6	175	84,6	160	83	165,4	382	99,4	302

A1) Минимальное российское возмездие; A2) Среднее российское возмездие; A3) Максимальное российское возмездие; B1) Вклад Второго Эшелона в среднее возмездие российской стороны; B2) Вклад Второго Эшелона в максимальное возмездие российской стороны; C1) Минимальное возмездие со стороны США; C2) Среднее возмездие со стороны США; C3) Максимальное возмездие со стороны США; D1) Вклад Второго Эшелона в среднее возмездие со стороны США; D2) Вклад Второго Эшелона в максимальное возмездие со стороны США.

**Таблица А-5:** То же, что для Таблицы А-4, но при 500 боеголовках

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = Low	9	21	56	7	38	37	50,9	177	6,9	130
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = Mid	12	26,2	72	12,2	56	35	54,9	175	10,9	130
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = High	13	31,5	71	17,5	9,3	37	58,9	120	14,9	74
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = Low	11	35,6	88	21,6	79	43	70,6	187	26,6	148
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = Mid	14	40,8	78	26,8	62	41	73,3	189	29,3	144
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = High	23	45,7	112	31,7	102	45	78,5	192	34,5	148
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = Low	25	50,1	85	36,1	73	52	89,7	202	45,7	152
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = Mid	28	55,3	127	41,3	109	47	93,5	270	49,5	214
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = High	32	59,7	112	45,7	100	49	98,3	212	54,3	162

A1) Минимальное российское возмездие; A2) Среднее российское возмездие; A3) Максимальное российское возмездие; B1) Вклад Второго Эшелона в среднее возмездие российской стороны; B2) Вклад Второго Эшелона в максимальное возмездие российской стороны; C1) Минимальное возмездие со стороны США; C2) Среднее возмездие со стороны США; C3) Максимальное возмездие со стороны США; D1) Вклад Второго Эшелона в среднее возмездие со стороны США; D2) Вклад Второго Эшелона в максимальное возмездие со стороны США.

**Таблица А-6:** То же, что для Таблицы А-4, но при 100 боеголовках

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = Low	3	8	18	1	6	15	22,5	49	0,5	25
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = Mid	4	10	18	3	7	15	23	49	1	25
Pbefore = 0.0, Psurvive, Second Eshelone = High	5	12	19	5	10	15	23,5	54	1,5	25
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = Low	4	10,5	23	3,5	9	15	25	57	3	25
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = Mid	4	12,3	20	5,3	11	16	25,5	51	3,5	25
Pbefore = 0.05, Psurvive, Second Eshelone = High	6	14,2	21	7,2	14	15	25,5	79	3,5	50
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = Low	5	12,9	22	5,9	12	15	27,3	78	5,3	50
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = Mid	6	14,7	26	7,7	15	15	18	75	6	50
Pbefore = 0.10, Psurvive, Second Eshelone = High	7	16,6	25	9,6	16	15	28,5	72	6,5	50
A1) Минимальное российское возмездие; A2) Среднее российское возмездие; A3) Максимальное российское возмездие; B1) Вклад Второго Эшелона в среднее возмездие российской стороны; B2) Вклад Второго Эшелона в максимальное возмездие российской стороны; C1) Минимальное возмездие со стороны США; C2) Среднее возмездие со стороны США; C3) Максимальное возмездие со стороны США; D1) Вклад Второго Эшелона в среднее возмездие со стороны США; D2) Вклад Второго Эшелона в максимальное возмездие со стороны США.										