



Ядерная война так, как она выглядит

М.В. Супотницкий

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр»
Министерства обороны Российской Федерации, 111024,
Российская Федерация, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19
e-mail: 27nc_1@mil.ru

Поступила 09.08.2023 г. Принята к публикации 27.09.2023 г.

В настоящее время практически не осталось тех, кто видел последствия применения ядерного оружия. Отсюда и легкомысленные заявления о целесообразности применения тактического ядерного оружия для решения отдельных тактических задач. *Цель работы* – на примере последствий атомных бомбардировок городов Хиросимы и Нагасаки напомнить, как в реальности выглядит ядерная война. *Материалы и методы*. Проанализированы открытые источники времен «холодной войны» и более поздние обзоры последствий применения ядерного оружия. Анализ информации проводился от общего к частному, т.е. от понимания физических процессов, лежащих в основе ядерного взрыва и определяющих конструкцию примененных ядерных устройств, до конкретных последствий их применения. *Обсуждение результатов*. В статье рассмотрены история создания бомб «Гаджет», «Толстяк» и «Малыш», их конструктивные отличия, подготовка и результаты применения. Приведены подробные описания ядерных взрывов и последствий их применения, сделанные как теми, кто применял ядерное оружие, так и теми, против кого его применили. Будучи несовершенными по конструкции и неэффективными по использованию делящегося вещества, они показали ошеломляющую даже для настоящего времени мощь, уничтожив два густонаселенных города и не менее 106 тыс. человек сразу. На реальных примерах показаны особенности разрушения инженерных объектов и воздействия на людей поражающих факторов ядерного взрыва. Обращается внимание на то, что мощность примененных бомб – 15 и 22 кт соответственно, по современной классификации НАТО – это тактическое ядерное оружие. Оно предназначено для поражения объектов в тактической глубине развертывания войск противника (до 300 км). Максимальная мощность тактического боеприпаса по стандартам НАТО – до 100 кт. Это означает, что мощность применяемого тактического боеприпаса будет зависеть от тактической задачи, а не ограничиваться несколькими килотоннами. *Выводы*. В мире появилась новая опасная тенденция – рассматривать тактическое ядерное оружие как средство решения затянувшихся локальных конфликтов, применение тактического ядерного оружия без эскалации его мощности, больших потерь среди населения и риска втянуться в глобальную ядерную войну – невозможно. Для избежания снижения порога ядерного сдерживания Российской Федерации целесообразно напомнить тем, кто забыл, что она остается ядерной сверхдержавой.

Ключевые слова: Аламогордо; имплозия; критическая масса; «Малыш»; Нагасаки; нейтрон; плутоний; радиация; световое излучение; «Толстяк»; «Тринити»; ударная волна; уран; Хиросима; цепная реакция; ядерная война; ядерное оружие; ядерный взрыв.

Для цитирования: Супотницкий М.В. Ядерная война так, как она выглядит. Вестник войск РХБ защиты. 2023;7(3):205–235. EDN: zmoezf.
<https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-3-205-235>

Nuclear War as It Looks

M.V. Supotnitskiy

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation
e-mail: 27nc_1@mil.ru

© М.В. Супотницкий, 2023

Вестник войск РХБ защиты. 2023. Том 7. № 3

Received September 9, 2023. Accepted September 27, 2023

Currently, there are practically no people left who have seen the consequences of the use of nuclear weapons. This is the reason for certain frivolous statements about the advisability of using tactical nuclear weapons to solve certain tactical problems. *The purpose of this work* is to remind, using the example of the consequences of the atomic bombings of the cities of Hiroshima and Nagasaki, how does the nuclear war looks like in reality. *Materials and Methods.* Open sources from the Cold War era and more recent reviews of the consequences of the use of nuclear weapons were analyzed. The analysis was carried out from general to specific, i.e. from the understanding of physical processes underlying a nuclear explosion and determining the design of the nuclear devices, to the specific consequences of their use. *Discussion.* The article analyses the history of the creation of the «Gadget», «Fat Man» and «Kid» bombs, their design, preparation and the results of the use. Detailed descriptions of nuclear explosions and the consequences of their use, made both by those who used nuclear weapons and by those against whom they were used, are provided. Being imperfect in design and ineffective in using fissile matter, they showed stunning power even for the present time, destroying two densely populated cities and at least 106 thousand people at once. Real examples show the features of the destruction of engineering objects and the impact on people of the damaging factors of a nuclear explosion. Attention is drawn to the fact that the power of the bombs used was 15 and 22 kt, respectively. According to modern NATO classification, these are tactical nuclear weapons. It is designed to destroy targets in the tactical depth of enemy troop deployment (up to 300 km). The maximum power of tactical ammunition according to NATO standards is up to 100 kt. It means that the yield of the tactical ammunition used in battle will depend on the tactical mission, and not be limited to a few kilotons. *Conclusions.* The use of tactical nuclear weapons without escalating their power, causing large casualties among the population and the risk of being drawn into a global nuclear war is impossible. Currently, the world is oversaturated with nuclear and thermonuclear weapons. Some countries possess them secretly, others have the potential to create such weapons. Therefore, any use of nuclear weapons by anyone will lead to the lowering of the threshold of nuclear deterrence. It will become a common thing during the resolution of military conflicts.

Keywords: *Alamogordo; implosion; critical mass; Little Boy; Nagasaki; neutron; plutonium; radiation; light radiation; Fat man; Trinity; shock wave; uranium; Hiroshima; chain reaction; nuclear war; nuclear weapon; nuclear explosion*

For citation: Supotnitskiy M.V. Nuclear War as It Looks. *Journal of NBC Protection Corps.* 2023;7(3):205–236. EDN:zmoezf. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2023-7-3-205-236>

В последние годы, а особенно с началом специальной военной операции (СВО) на Украине, в западных, украинских и российских СМИ, а также отдельными политиками и военными стала подниматься тема необходимости применения ядерного оружия. Такого не было со времен окончания «холодной войны» в 1990-х гг. Легкомысленность подобных заявлений говорит о том, что о ядерном оружии в понимании поколения, выросшего в годы холодной войны, прочно забыто¹. Огромная научная литература того времени стала уделом специалистов, полок библиотек и букинистических магазинов. Теперь, когда население утратило представление о ядерной войне, а заодно и морально-психологическую готовность к ней, применение ядерного оружия уже не кажется чудовищным бедствием. Наоборот, публичное упоминание о ядерном оружии в его тактическом варианте стало хорошим тоном, проявлением смелости собственной позиции и вызовом «нерешительной власти». Применение тактического ядерного оружия – еще не глобальная

ядерная война, это только множитель силы на фронте, вблизи линии фронта, в ближнем тылу противника. Ожоги и ударная волна? Так их получить можно и от неядерного оружия. Лучевая болезнь? Современная научная литература изобилует безукоризненными классификациями радиационных поражений, стадий лучевой болезни, описаниями последствий радиационных аварий и прочими схемами², включая лечение в специализированном стационаре. Тех, кто видел последствия применения ядерного оружия, почти не осталось в живых, и сегодня сложно экстраполировать на себя, на своих родных то, что пережили они. *Цель работы* – на примере последствий атомных бомбардировок городов Хиросимы и Нагасаки напомнить, как в реальности выглядит ядерная война.

В работе рассмотрены:

- ядерные боеприпасы, сброшенные на японские города;
- внешние проявления физических процессов, происходивших при взрыве ядерных

¹ «Сегодня о ядерном оружии говорят так же, как о корме для домашних питомцев». См. Историите ON AIR: Ядрена война. Опасностите. IMG. 2023. 09.04. (Болгария). <https://www.bgonair.bg/a/183-istoriite-on-air/301885-istoriite-on-air-yadrena-voyna-opasnostite> (дата обращения: 10.07.2023).

² См., например, монографию В.Д. Гладких с соавт. [1].

зарядов на полигоне Аламогордо (шт. Нью-Мексико, США) и над японскими городами Хиросима и Нагасаки;

- особенности поражающего действия ядерных взрывов на объекты инфраструктуры и население японских городов.

Статья предназначена специалистам, для которых данная проблема до настоящего времени не была предметом интереса и изучения.

Материалы и методы. От общего к частному анализировались источники времен «холодной войны» и более поздние обзоры последствий применения ядерного оружия. Особый интерес представляли воспоминания выживших жертв ядерных взрывов и разработчиков ядерного оружия – непосредственных участников описываемых событий. Поиск источников проводился через базы электронной библиотеки «История Росатома» (<http://elib.biblioatom.ru/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) и с помощью поисковиков Яндекс и Google Scholar. Использовались следующие ключевые слова и их сочетания (на русском и английском языках): Хиросима, Нагасаки, ядерное оружие, атомное оружие, лучевая болезнь, ожоги, келоидный рубец и др. Из выявленных источников выбирались наиболее релевантные для достижения цели работы. Ценные материалы на английском языке были обнаружены на сайтах Медицинской школы Университета Нагасаки (Nagasaki University) – https://www.genken.nagasaki-u.ac.jp/abcenter/index_e.html и американском сайте «The Nuclear Weapon Archive» – <https://nuclearweaponarchive.org/>. Поиск также проводился на сайтах букинистических магазинов, где были обнаружены советские и переводные зарубежные издания того времени.

1. Ядерные боеприпасы, сброшенные на японские города

Ядерный боеприпас – взрывное устройство, использующее энергию деления тяжелых ядер³. Процесс деления сопровождается вылетом вторичных нейтронов, квантов и выделением значительного количества энергии⁴. *Мощность*

ядерного заряда измеряется в тротиловом эквиваленте – количестве тринитротолуола, которое нужно подорвать для получения взрыва той же энергии. Обычно его выражают в килотоннах (кт) и мегатоннах (Мт). Тротиловый эквивалент условен, поскольку распределение энергии ядерного взрыва по различным поражающим факторам существенно зависит от типа боеприпаса [3].

Принципиальное отличие ядерных взрывов от взрывов боеприпасов, использующих химическую энергию, состоит в использовании энергии, выделение которой сопровождается изменениями в ядрах атомов, влекущими за собой увеличение или уменьшение количества ядерных частиц (протонов или нейтронов). В химических реакциях, приводящих к выделению энергии, изменения претерпевают только электронные оболочки атомов, а атомное ядро остается неизменным. Масштабы выделения энергии такими боеприпасами несопоставимы. Например, при взрыве 1 кг тринитротолуола выделяется 4 МДж энергии [2], теоретический максимум высвобождения мощности при полном реагировании 1 кг плутония – 18 кт тринитротолуола [3].

Боеприпасы, использующие химическую энергию, создают волну высокого давления (ударную волну), но она не имеет той длительности, что при взрыве ядерной бомбы (миллисекунды и секунды соответственно) и размера области, над которой создаются высокие давления.

Следующее большое различие заключается в том, что ядерная бомба при взрыве испускает излучение, представляющее собой «свет» в широком диапазоне длин волн: от теплового излучения, до гамма-лучей, обладающих ионизирующим действием.

Ядерная цепная реакция. В основе ядерного взрыва находится неуправляемая ядерная цепная реакция. Если при облучении ядра урана (плутония) нейтронами, оно «принимает» дополнительный нейтрон, то становится крайне неустойчивым и делится⁵. Сразу после

³ По определению И.Н. Бекмана: «Атомная бомба – сильно надкритичный реактор на быстрых нейтронах» [3].

⁴ Масса ядра атома всегда меньше суммы всех составляющих его нуклонов (общее название протона и нейтрона), удерживаемых вместе ядерными силами. Этот феномен получил название *дефекта масс*. Фактически недостающая масса – это энергия, которая затрачивается на поддержание целостности ядра. При расщеплении ядра разница в массе превращается в энергию. Как только от ядра атома отделяется какая-то часть, происходит выделение энергии по формуле Эйнштейна ($E=mc^2$). Величина энергии в результате потери массы в процессе деления одного ядра урана равна примерно $3,2 \times 10^{-11}$ Дж.

⁵ В 1930–1940-х гг. у физиков была популярна *капельная модель ядра* Нильса Бора (дат. Niels Henrik David Bohr; 1885–1962) и его последователей. Согласно этой модели, атомное ядро можно представить в виде сферической равномерно заряженной капли из особой ядерной материи, которая обладает некоторыми свойствами – например, несжимаемостью, насыщением ядерных сил, «испарением» нуклонов (нейтронов и протонов), напоминает жидкость. В связи с чем на такое ядро-каплю можно распространить некоторые другие свойства капли жидкости – например, поверхностное натяжение, дробление капли на более мелкие

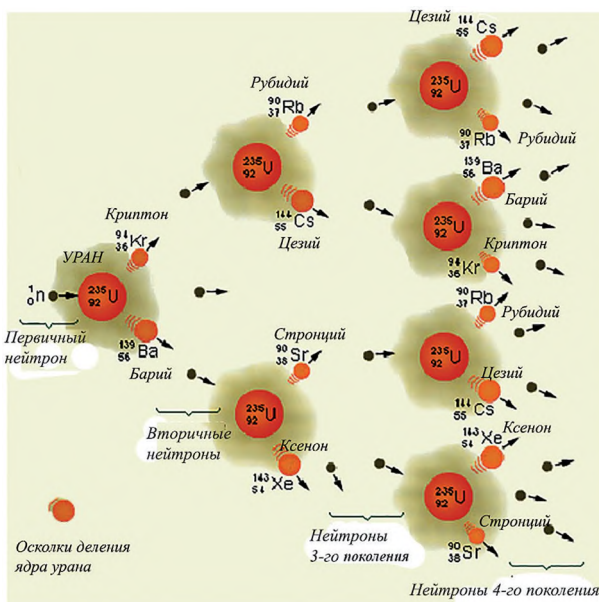


Рисунок 1 – Схема развития цепной реакции деления на примере деления ядра урана-235. Возникновение вторичных нейтронов в процессе деления тяжелых ядер быстрыми нейтронами позволяет запустить экзотермический процесс цепной реакции деления (на схеме – зеленый ореол вокруг ядра урана показывает выделение энергии). Из одного атомного ядра возникают два (реже три) ядра – осколка деления, близкие по массе. Аналогичным образом идет реакция в делящихся материалах, содержащих уран-233 и изотопы плутония-239 и -240 [4]

деления некоторые нестабильные разлетающиеся осколки ядра, стремясь стать устойчивыми, избавляются от одного, двух или трех избыточных нейтронов, те, в свою очередь, попадают в другие ядра, вызывая их деление. На этом этапе появятся уже от четырех и более нейтронов, способных вызвать новые распады ядер урана (плутония)⁶. Нейтроны неразличимы, индивидуальных номеров не имеют. Вылетает из ядра не тот нейтрон, который ударил в него, а любой другой, приобретший энергию

больше порогового значения выхода из ядра. Для выхода нейтрона из ядра ^{235}U она составляет 5–8 МэВ⁷ на один акт деления. Благодаря большой скорости процесса деления атомных ядер, высвобождается колоссальная внутриядерная энергия [4] (рисунок 1).

Термин «цепная реакция» заимствован из химии. Под ним понимается процесс, в котором воспроизводится в большом количестве одно из исходных реагирующих веществ, далее вступающее в такую же реакцию. В результате это вещество вновь воспроизводится, но в большем количестве. В цепной реакции деления тяжелых ядер воспроизводятся нейтроны [5].

Критическая масса. Минимальная масса делящегося вещества, обеспечивающая протекание самоподдерживающейся цепной реакции, называется *критической массой*. Критическую массу могут образовывать только нечетные изотопы и ее величина подвижная. Критическая масса шара (наиболее выгодная форма поверхности заряда), при которой возможна самоподдерживающаяся стационарная цепная реакция деления ядер для чистого плутония-239 (^{239}Pu) – 9,35 кг (диаметр такой сферы ≈ 10 см); для ^{235}U нормальной плотности – 45,68 кг (диаметр сферы ≈ 17 см). Она тем меньше, чем больше плотность делящегося вещества и количество испускаемых нейтронов при делении ядра атома. Критическая масса зависит от размеров и формы делящегося образца, так как они определяют утечку нейтронов через его поверхность. Для рабочего элемента она зависит от его обогащения делящимся изотопом – чем его больше, тем критическая масса меньше. Наличие неделящихся примесей увеличивает критическую массу. На ее величину влияет и отражающая оболочка, окружающая заряд делящегося вещества. Эффективные отражатели нейтронов (тамперы) – бериллий⁸, вольфрам, природный уран. Последний сам делится под действием быстрых нейтронов, поэтому урановая оболочка до-

(деление ядер), слияние мелких капель в одну большую (синтез ядер). В данном случае речь идет о дроблении капли на более мелкие.

⁶ Ядерная цепная реакция характеризуется введенным в научный оборот Энрико Ферми (итал. Enrico Fermi; 1901–1954) коэффициентом размножения нейтронов (k), показывающим отношение числа нейтронов данного поколения к числу нейтронов предыдущего поколения в бесконечной среде. При $k = 1$ реакция самоподдерживается; при $k > 1$ – развивается; при $k < 1$ – затухает. Более подробно см. в работах И.Н. Бекмана [3, 4] и А.А. Любомудрова [5].

⁷ Один электронвольт равен энергии, необходимой для переноса элементарного заряда в электростатическом поле между точками с разницей потенциалов в 1 В. В данном случае мегаэлектронвольт (МэВ) – 1 млн электронвольт.

⁸ Например, для достижения критической массы без отражателя нужно 50 кг металлического ^{235}U (реально применяют двуокись урана, которой нужно еще в полтора раза больше), если же использовать отражатель из бериллия, то критическая масса снижается до 15 кг (это приблизительные цифры, так как многое зависит от конструкции бомбы). Примерно так же обстоит с оружейным плутонием и ^{233}U [4].

бавляет инерцию в сжатие плутониевого заряда в *имплозивной схеме подрыва*⁹, что приводит к увеличению концентрации нейтронов в активной зоне, к уменьшению критической массы и, соответственно, к увеличению мощности взрыва. Для бомбы, сделанной по пушечной схеме, требуется большое количество высокоочищенного ^{235}U . Для имплозивной бомбы можно использовать не очень чистый ^{235}U (теоретически, это может быть всего 20 и даже 14 %), но взрыв тогда потребует высокой степени сжатия делящегося вещества, добиться которой чрезвычайно сложно [5].

Естественно, критическая масса зависит от химической формы оружейного материала (металл, оксид, нитрид и т.п.), от вида и концентрации легирующих компонентов, морфологических характеристик сплава (дельта- или альфа-фаза ^{239}Pu), нахождения делящегося вещества в растворе, объема и формы раствора, и др. Критическая масса обратно пропорциональна квадрату плотности материала, что позволяет, например, при увеличении плотности вдвое, уменьшить критическую массу в четыре раза [3].

Критические условия. Критическая масса есть лишь частный случай более общего понятия – *критических условий*, и она не должна рассматриваться без отрыва от них. Если нет критических условий, то сама по себе критическая масса делящегося вещества ядерного взрыва не даст. Взрывная реакция деления начинается после перевода заряда из подкритического состояния в надкритическое, но если при этом удастся провести соединение подкритических масс настолько быстро, чтобы выделившаяся в ходе начавшейся цепной реакции тепловая энергия не расплавила/испарила конструкцию, а гамма-излучение не убило все живое в радиусе сотен метров [7]. Чтобы произошел ядерный взрыв, необходимо удерживать от расширения быстро разогревающееся от начинающейся реакции деления активное ядерное вещество. Конструкция бомбы должна как можно дольше удерживать критическую

массу. Каждая микросекунда задержки – дополнительное выделение мощности. Чем дольше длится взрыв, тем больше выделится килотонн мощности. Последние микросекунды перед разлетом делящегося вещества уже самые ценные – в это время система, поддерживающая цепную реакцию, еще существует, и выделение нейтронов разогналось до наивысшего значения. После начавшейся цепной реакции заряд продолжают обжимать путем имплозии, т.е. взрыва, направленного вовнутрь заряда делящегося вещества. Для этого создается взрывная линза, состоящая из элементов, инициируемых одновременно детонаторами и преобразующих расходящиеся детонационные волны от детонаторов в одну волну, сферически сходящуюся к центру заряда. В современных ядерных зарядах имплозивного типа степень сжатия ядра лежит в пределах от 8 до 27 [5].

Скорость протекания цепной реакции убывает по мере разлета делящегося вещества. Когда его плотность уменьшается настолько, что состояние заряда становится подкритическим, цепная реакция прекращается [3].

В первых экспериментальных ядерных бомбах, сброшенных на японские города, в боевых условиях отрабатывались два способа перевода заряда в надкритическое состояние [6]:

- изменение размеров и формы заряда путем соединения подкритических масс в надкритическую – так называемая «пушечная схема»;
- изменение плотности и размеров заряда в виде полый сферической оболочки ее центрально-симметричным обжатием – имплозивная схема.

«Малыш» («Little Boy», «Маленький мальчик»)¹⁰. Путь бомбы с этим названием в Хиросиму оказался извилистым. Работы над урановым взрывным устройством, использующим «пушечную схему» для инициации цепной реакции, начались в Лос-Аламосской национальной лаборатории (англ. Los Alamos National Laboratory, LANL) летом 1943 г.¹¹ Однако вскоре внимание разработчиков нового

⁹ *Имплозия* – процесс центрально-симметричного обжатия сферической оболочки ядерного заряда. Она бывает трех типов: химическая, ионизационная и радиационная. В ядерных боеприпасах рассматриваемого типа используется химическая имплозия. Она вызывается взрывом шарового слоя химического бризантного взрывчатого вещества, окружающего обжимаемую поверхность. Ядерные заряды, использующие такой способ перевода заряда в надкритическое состояние, относят к имплозивным. Два других типа имплозии используются в термоядерных боеприпасах, в данной работе они не рассматриваются. Многие аспекты имплозии, особенно касающиеся неустойчивости процесса, до сих пор остаются ключевыми атомными секретами. Процесс создания эффективной схемы имплозии требует проведения большого количества натурных испытаний. Более подробно см. в работе А.А. Любомудрова [5].

¹⁰ В основном использованы работы С. Sublette [6], R. Rhodes [8] и интернет-ресурс: <https://intuitivfred888.blogspot.com/2014/07/fat-man-and-little-boy.html>.

¹¹ Атомный проект запущен в США 19 октября 1939 г. после ознакомления 11 октября президентом США Франклином Рузвельтом (англ. Franklin Delano Roosevelt; 1882–1945) с письмом Альберта Эйнштейна (нем. Albert Einstein; 1879–1955). В письме говорилось о возможности использования немцами ядерной энер-

оружия переключилось на ^{239}Pu , полученный на циклотроне¹². Он явно имел значительные преимущества перед ураном-235 как взрывчатки для ядерной бомбы (меньшая критическая масса, более эффективная цепная реакция, возможность создания боеприпаса меньшего размера и массы, и др.). Для плутониевого заряда предполагалось использовать пушечную схему. Бомбу решили назвать «Худыш» (англ. «Thin Man») ¹³, так как предварительные расчеты показывали, что она будет длиной 5,2 м. Считалось, что ^{235}U уже в прошлом.

Но в апреле–июле 1944 г., когда в реакторах по обогащению урана гигантского завода в Ок-Ридже (специально построенный город на территории долины с тем же названием в штате Теннесси) и в установках для очистки плутония Хэнфорда (превращенный в город полузаброшенный поселок в штате Вашингтон), были наработаны первые партии плутония¹⁴, физик Эмилио Сегре (итал. Emilio Gino Segrè; 1905–1989) и его группа Р-5 в LANL неожиданно для себя обнаружили, что реакторный плутоний имеет гораздо более высокую скорость спонтанного деления и радиоактивность, чем плутоний, произведенный в циклотроне. Оказалось, что он содержит в больших количествах примеси в виде изотопа ^{240}Pu . Из-за него скорость эмиссии нейтронов промышленного плутония такова, что он реагирует на сближение подкритических масс более бурно, чем ^{235}U . Осуществимость плутониевой бомбы оказалась под вопросом. Тогда разработчики ядерного оружия вернулись к урану и пушечной схеме, разработанной под плутониевый заряд. Технически проект считался простым. Но возникла проблема с наличием ^{235}U .

В нужных количествах (64,15 кг) его в 1944 г. не было. Обогащение проводилось в Ок-Ридже, где в марте 1944 г. полностью заработала установка электромагнитного разделения изотопов урана, известная как Y-12. Первые партии высокообогащенного урана отправлены в Лос-Аламосскую лабораторию в июне 1944 г. Другие компоненты бомбы были изготовлены весной 1945 г. на трех разных заводах, чтобы ни у кого не сформировались представления о полном дизайне бомбы¹⁵. Бомба была готова к боевому применению к началу мая 1945 г., за исключением активной зоны ^{235}U . Его нарабатывали небольшими партиями до июля 1945 г.¹⁶, пока не набрали нужное количество [10].

Бомбу перед применением не тестировали. Уран-235 весь был израсходован на «Малыша». Поэтому в LANL провели только лабораторные испытания узла пушечного типа. В отличие от конструкции импловизного типа, требовавшей сложной координации подрывакумулятивных зарядов взрывчатого вещества, считалось, что конструкция пушечного типа почти наверняка сработает. Схема уранового боеприпаса пушечного типа и принцип его действия показаны на рисунках 2 и 3.

Сердечник из обогащенного ^{235}U массой 64,15 кг в собранном виде делился в соотношении 40/60 между мишенью-вкладышем (25,6 кг) и полым снарядом (38,53 кг). Снаряд имел 16,5 см в ширину и 17,8 см в длину. Его изготовили в виде стопки из девяти колец разной толщины с внутренним диаметром 10,2 см. Мишень-вкладыш представляла собой цилиндр шириной 10,2 см и длиной 17,8 см, также состоящий из стопки колец. Шесть колец-вкладышей мишени имели внутренний диаметр

гии для создания «бомбы невообразимой доселе мощности и радиуса действия». Вскоре, 21 октября 1939 г., был создан Консультативный комитет по урану (англ. Advisory Committee on Uranium). Официально разработка ядерного оружия в США велась с 1942 г. в рамках «Проекта Манхэттен» (англ. Manhattan Project), где LANL – основной разработчик ядерных боеприпасов. Руководили проектом американский физик Роберт Оппенгеймер (англ. Julius Robert Oppenheimer; 1904–1967) и генерал-майор Лесли Гровс (англ. Leslie Richard Groves; 1896–1970). Всего в «Манхэттенском проекте» приняло участие около 130 тыс. человек, средний возраст ученых составлял 25 лет. Сам Эйнштейн в проекте не участвовал и позже сожалел о последствиях своего письма [8]. Более подробно о «Проекте Манхэттен» см. в работах R. Rhodes [8], V.C. Jones [9] и J. Coster-Mullen [10].

¹² Циклотрон – это вид ускорителя частиц, в котором по траектории спирали происходит многократное ускорение пучка заряженных частиц (протонов).

¹³ Кодовые имена для всех четырех разрабатываемых бомб: «Худыш», «Малыш», «Гаджет» и «Толстяк» присвоил американский физик Роберт Сербер (англ. Robert Serber; 1909–1997), участник «Манхэттенского проекта», разработавший первую полную теорию гидродинамики ядерного взрыва. Имена были основаны на внешнем виде разрабатываемых устройств и аналогий из литературы и кинофильмов [8].

¹⁴ Подробности строительства этих предприятий см. в [11].

¹⁵ Режим секретности при осуществлении «Проекта Манхэттен» был очень жестким. Вице-президент США Гарри Трумен (англ. Harry S. Truman; 1884–1972) узнал о нем только 12 апреля 1945 г. – в день смерти президента США Рузвельта [12]. Советское руководство было в курсе деталей проекта с начала его осуществления [13]. С историей советского ядерного проекта можно ознакомиться по уникальным материалам, выложенным в электронной библиотеке «История Росатома» (<http://elib.biblioatom.ru/>).

¹⁶ По данным советской разведки на апрель 1945 г. в США имелось в наличии 25 кг ^{235}U [14].

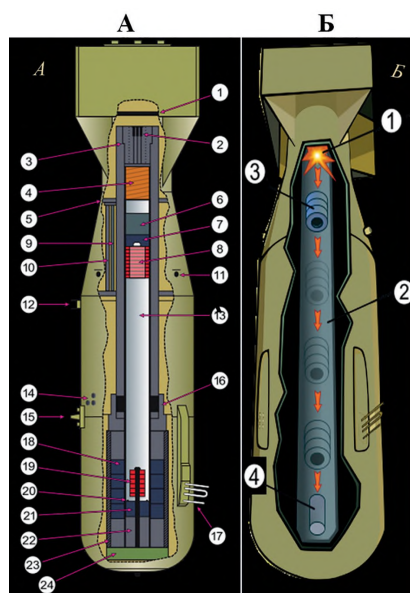


Рисунок 2 – Устройство боеприпаса L-11 «Little Boy» (А) и схема его подрыва (Б). А – броневая плита (1); электрозапалы Марк-15 (2); казенная часть орудийного ствола с заглушкой (3); мешочки с кордитом, 4 шт. (4); Труба усиления ствола (5); стальной задник снаряда (6); поддон снаряда из карбида вольфрама (7); кольца из урана-235 (полый сердечник) (8); выравнивающий стержень (9); бронированная труба с электропроводкой (10); порты барометрических датчиков (11); электроразъемы (12); орудийный ствол калибра 6,5 дюймов (13); разъемы предохранителя (14); такелажная серьга (15); адаптер мишени (16); антенны радиовысотомера (17); рукав из карбида вольфрама (18); мишень-вкладыш из урана-235 (19); полониево-бериллиевые инициаторы (20); заглушка из карбида вольфрама (21); наковальня (для поглощения основной части кинетической энергии снаряда; его импульс был поглощен массивным корпусом мишени) (22); рукав мишени из стали К-46 (23); носовая заглушка диаметром 15 дюймов (24). Б – пороховой заряд (1); ствол (2); урановый снаряд (3); урановая мишень (4). Выстрел из такой «пушки» с большой скоростью «надевал» эту трубу на цилиндр, доводя массу делящегося вещества до сверхкритической. Одновременно сжимался инициатор нейтронов, поток нейтронов от него многократно увеличивался, вызывая ядерный взрыв; прочность ствола и давление пороховых газов некоторое время сдерживали урановые части от разлета. Изображения взяты с <https://intuitivefred888.blogspot.com/2014/07/fat-man-and-little-boy.html> (дата обращения: 10.08.2023)

2,4 см для размещения стержня, скреплявшего стопку. Поскольку поставки урана происходили в течение семи месяцев с разной степенью обогащения по ^{235}U , качество делящегося материала было разным. Было важно разместить наиболее высокообогащенный материал в центре активной зоны, где поток нейтронов будет наибольшим, поэтому мишень-вкладыш изготавливался в последнюю очередь из самых последних и наиболее высокообогащенных по ^{235}U партий. Собранный делящийся активная зона имела более двух критических масс ^{235}U . Это требовало, чтобы из двух частей урана одна имела более одной критической массы. Отверстие в центре снаряда рассеяло массу, позволив большему количеству нейтронов деления выйти, тем самым предотвратив преждевременную цепную реакцию. Снаряд приводился

в движение взрывом нитроглицеринового бездымного пороха кордита¹⁷. Нейтронные

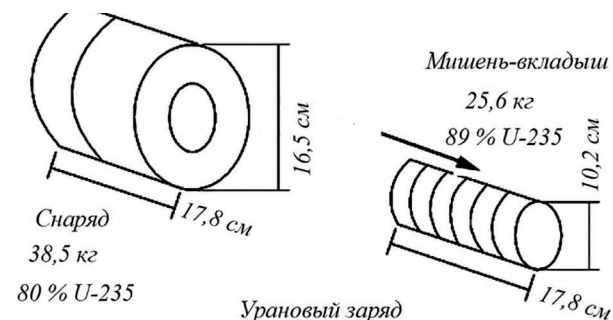


Рисунок 3 – Схема уранового заряда в бомбе «Малыш», сброшенной на Хиросиму 6 августа 1945 г. По И.Н. Бекману [4]

¹⁷ Кордиты – бездымные пороха низкой бризантности, состоящие из пироксилина, пластифицированного нитроглицерином (ок. 30 % по массе). Относятся к классу метательных взрывчатых веществ. Кордиты склонны к медленному термическому распаду, их горение не переходит в детонацию. См. <https://xumuk.ru/encyklopedia/2/3644.html> (дата обращения: 20.08.2023).

инициаторы цепной реакции¹⁸ находились в основании бомбы и при соударении подкритических масс они активировались. Фотография бомбы представлена на рисунке 4.

Снаряд был разогнан до скорости порядка 2 км/с¹⁹, цепная реакция началась до его сближения с мишенью, и хотя суммарная масса легко делящихся изотопов значительно превосходила критическую массу высокоочищенного ²³⁵U, ядерная реакция прошла неэффективно. Точное измерение мощности взрыва было проблематичным, поскольку оружие не испытывалось в полигонных условиях. Президент США Гарри С. Трумэн официально объявил, что мощность составила 20 кт в тротиловом эквиваленте (84 ТДж). Эта оценка была основана на наблюдении специалиста по ядерным боеприпасам – капитана ВМС Уильяма Парсона (англ. William Sterling Parsons; 1901–1953), находившегося в самолете B-29 «Enola Gay», который сбросил атомную бомбу «Малыш» на Хиросиму. Он утверждал, что взрыв был сильнее, чем тот, который он видел на ядерном испытании Тринити²⁰. Поскольку этот взрыв был оценен в 18 кт в тротиловом эквиваленте (75 ТДж), спичрайтеры округлили до 20 кт. Затем дальнейшее обсуждение было прекращено из опасения уменьшить психологическое воздействие бомбы на японцев. Более поздние расчеты показали мощность от 13 до 14 кт. В 1982 г. ученые LANL окончательно пришли к выводу, что мощность «Малыша» составила 15 кт ± 20 %. Эта мощность была получена путем деления не более 0,91 кг ²³⁵U из 64 кг в заряде. Остальные 63 кг, 98,5 % от общего количества, «пропали



Рисунок 4 – Один из пяти корпусов, изготовленных для бомбы Little Boy, использованной в Хиросиме. Выставлен в Имперском военном музее в Лондоне в 2015 г. Масса бомбы – 4,4 тыс. кг; длина – 3,0 м; диаметр – 71 см. Фотография с сайта: https://en.wikipedia.org/wiki/Little_Boy (дата обращения: 10.08.2023)

даром», они не внесли никакого вклада в выход энергии [15].

Пушечная схема ядерной бомбы американцами применялась только при ударе по Хиросиме, но «своей жизнью» она жила и после Второй мировой войны. А в качестве ядерной бомбы «по-быстрому» она, возможно, живет и сейчас²¹ [14].

«Гаджет» и «Толстяк» (Mk.III, Gadget/Fat Man)²². Почти идентичные по конструкции ядерные бомбы: «Гаджет» – первое взорванное ядерное устройство в условиях полигона 16 июля 1945 г.; «Толстяк», – второе, взорвано над японским городом Нагасаки 9 августа 1945 г. В качестве расщепляющегося материала

¹⁸ Первым типом системы нейтронного инициирования в ядерных зарядах США был нейтронный источник *Urchin* (Еж). Он содержал изотоп полония ²¹⁰Po и бериллий. При прохождении по этой структуре ударной волны происходило перемешивание полония и бериллия, и нарабатывались нейтроны, необходимые для инициирования цепной реакции. Важным моментом было обеспечение близости синхронизации момента работы нейтронного источника и момента оптимальных условий для развития цепной реакции и взрыва. Такая синхронизация достигалась путем выбора конфигурации ядерного заряда [4].

¹⁹ В докладной записке Л.П. Берии И.В. Сталину, подготовленной в марте 1942 г. со ссылкой на британского профессора Фергюссона, указывалось, что «скорость перемещения масс должна составлять 6 тыс. футов/с (1,8 км/с)». Также отмечено, что для СССР этот способ создания атомной бомбы не является новым, аналогичный проект предложен в 1942 г. Г.Н. Флеровым (1913–1990) [13].

²⁰ Тринити (англ. – Trinity, Троица) – кодовое название первого испытания ядерного оружия, осуществленного 16 июля 1945 г. на полигоне Аламогордо (штат Нью-Мексико, США) в рамках «Манхэттенского проекта» [8].

²¹ Пушечный способ перевода ядерного заряда в надкритическое состояние был заложен в конструкцию бомб, произведенных в 1980-х гг. в ЮАР (совместный проект с Израилем). В ЮАР нашли много месторождений урановых руд, но не было реактора для производства плутония. Поэтому там построили завод для разделения изотопов урана и получения ²³⁵U оружейного качества. Предполагается, что таких бомб собрали не менее восьми. Одну, мощностью 2–3 кт, взорвали 22 сентября 1979 г. на необитаемом острове Буве (территория Норвегии) вблизи Антарктиды. В 1990 г. власть в ЮАР сменилась, страна отказалась от ядерного оружия. Новые власти ЮАР заявили, что бомбы «разобрали», но не пояснили, куда исчезло разобранный [14]. Отсюда можно сделать вывод, что оно оказалось у партнеров «старого режима» по данной проблеме, т.е. в Израиле.

²² Для написания подраздела в основном использованы работы И.Н. Бекмана [3, 4], А.А. Любомудрова [5], С. Sublette [6], R. Rhodes [8], Б.С. Горобца [14] и интернет-ресурс: <https://intuitivefred888.blogspot.com/2014/07/fat-man-and-little-boy.html>.

использовали плутоний – искусственный 94-й элемент, не существующий в природе. Изотоп плутония ^{238}Pu с периодом полураспада ~90 лет был открыт Гленном Сиборгом (англ. Glenn Seaborg; 1912–1999) и возглавляемой им группой ученых Калифорнийского университета (Беркли) в 1940 г. в ходе облучения быстрыми нейтронами урана на циклотроне (рисунок 5).

Через год ими был открыт изотоп ^{239}Pu с периодом полураспада ~24 тыс. лет. Из 100 возможных изотопов плутония в настоящее время 25 синтезированы. Наибольший интерес для разработчиков ядерного оружия представляет ^{239}Pu , делящийся, как и ^{235}U , нейтронами любых энергий. Но его нельзя использовать в пушечной схеме – ^{239}Pu гораздо легче достигает критичности, чем ^{235}U , и начинает делиться, когда части находятся относительно далеко друг от друга. В результате устройство разрабатывается до того, как возникают условия для ядерного взрыва. Нужны скорости 10–12 км/с и более. Поэтому разработчики плутониевой бомбы были вынуждены разработать имплозивную схему перевода заряда в надкритическое состояние²³.

Загрязняет оружейный плутоний захвативший один «лишний» нейтрон изотоп ^{240}Pu . Он создает высокий фон спонтанных нейтронов. Присутствие нейтронов в то время, когда еще только достигается надкритическая масса, ведет к преждевременной ядерной реакции и недостаточному для взрыва выходу энергии. Плутоний считается имеющим оружейное качество, если содержание изотопа

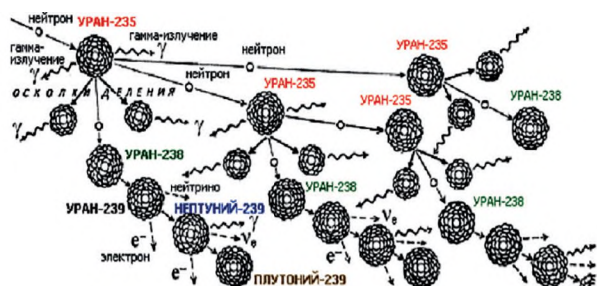


Рисунок 5 – Образование плутония в цепной реакции деления урана. Ядерная цепная реакция осуществляется на уране, обогащенном ^{235}U . В этих случаях она идет и на быстрых нейтронах. При поглощении нейтронов в ^{238}U образуется ^{239}Np , а из него после двух β -распадов – ^{239}Pu , который делится под действием тепловых нейтронов, с $n = 2,9$.

Если проще – плутоний образуется в результате двух последовательных β -распадов ^{239}U , происходящих в результате поглощения нейтронов ураном ^{238}U [3]

^{240}Pu составляет менее 7 % (в некоторых зарядах используется плутоний с содержанием ^{240}Pu менее 1,7 %). Более чистый ^{239}Pu получают путем сокращения времени пребывания в реакторе кассеты с ^{238}U . Уран находится в промышленном реакторе не 6–8 мес. (как в энергетическом реакторе), а всего 10–12 сут. Плутония получается мало (6 кг/мес.), он дорогой, но изотопно чистый. В ходе «Манхэттенского проекта» таким способом получали высококачественный оружейный ^{239}Pu (0,9–1 % ^{240}Pu). Схема плутониевой бомбы представлена на рисунке 6.

Сердце бомбы – плутониевый сердечник (ядро). Его деление в обжатом имплозионной волной состоянии высвобождало взрывную энергию бомбы. Ядро Mk.III представляло собой сплошную сферу диаметром 9,20 см, за исключением полости диаметром 2,5 см в центре для нейтронного инициатора Urchin. В сфере имелось отверстие диаметром 2,5 см и плутониевая заглушка, позволяющая ввести инициатор после сборки сферы. Плутоний стабилизировали в ковкой и податливой дельта-фазе низкой плотности (15,9 г/см³) путем сплавления с 3 % галлия (по молярному содержанию, 0,8 % по весу). Высокая критическая масса металла с низкой плотностью требовала использования большего количества плутония, но при его обжатии в кристаллическую структуру, называемую альфа-фазой (19,84 г/см³ – максимальная плотность плутония), критическая масса значительно уменьшалась, что позволяло использовать в цепной реакции больше плутония. Когда при помощи имплозионного взрыва происходит сжатие сборки до 2,5 раз по сравнению с обычной плотностью, ядро начинает содержать около четырех-пяти критических масс. Чем больше плутония используется в бомбе, тем мощнее ядерный взрыв из-за прямого увеличения массы топлива и повышения эффективности цепной реакции.

Сердечник бомбы состоял из двух штампованных полусфер. Нейтронный инициатор Urchin представлял собой сферу, состоящую из полый бериллиевой оболочки с твердой бериллиевой таблеткой внутри. Весь инициатор весил около 7 г. Внешняя оболочка инициатора имела ширину 2 см и толщину 0,6 см, твердая внутренняя сфера имела ширину 0,8 см. У нейтронного инициатора было 15 концентрических широтных борозд, прорезанных на внутренней поверхности раковины. Каждая канавка была клиновидной и имела глубину 2,09 мм. Как и плутониевое ядро, оболочка

²³ Американская схема имплозии добыта советской разведкой в 1943 г. Но до взрывов «Гаджета» и «Толстяка» экспериментов по имплозивному сжатию металлов в СССР не проводилось [14].

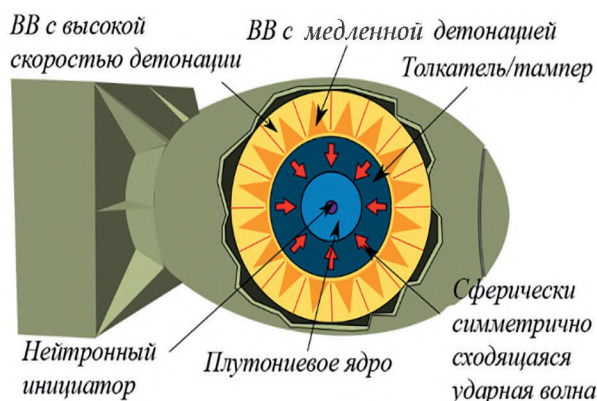


Рисунок 6 – Схема бомбы Mk.III («Гаджет» / «Толстяк»). Сферически симметрично сходящаяся волна используется для разрушения различных оболочек (тампера, отражателя, толкателя и т.д.). Она сжимает плутониевое ядро (дельта-фаза ^{239}Pu) до мгновенного критического состояния (альфа-фаза ^{239}Pu) и запускает нейтронный инициатор цепной реакции – происходит ядерный взрыв [3]

была сформирована из двух половин методом горячего прессования в атмосфере карбонила никеля. Поверхности корпуса и центральной сферы были покрыты слоем никеля, а затем покрыты золотом толщиной 0,1 мм. 50 кюри полония-210 (11 мг) нанесли на канавки внутри корпуса и на центральную сферу. Слои золота и никеля защищали бериллий от альфа-частиц, испускаемых полонием и окружающим плутонием. Urchin крепили к монтажному кронштейну внутри центральной полости ядра.

Вокруг плутониевого ядра находился тампер из природного урана массой 108 кг и диаметром 22,225 см. Тампер образовал слой толщиной 6,56 см; вместе с ядром они образовывали сборку. Толщина тамперного слоя определялась из соображений сохранения нейтронов, поскольку несколько сантиметров достаточно для обеспечения эффективного инерционного удержания. Около 20 % мощности бомбы пришлось на деление уранового тампера. С отражением нейтронов, обеспечиваемым тампером, плутониевая активная зона перед взрывом имела около 78 % критической массы. При сжатии имплозией более чем в два раза по сравнению с первоначальной, критическая масса уменьшалась в 3–4 раза. Внешняя поверхность тампера была покрыта поглощающим нейтроны слоем в 0,32 см акрилового термопластика, обогащенного бором-10. Его задача – предотвращать проникновение в сборку нейтронов извне.

Имплозионная сборка включала три слоя: внешнего слоя – линзы взрывчатого вещества (ВВ), создававшего сходящуюся ударную волну

имплозии; внутреннего слоя вспомогательного ВВ, который усиливал сходящуюся волну; алюминиевой сферы, называемой «толкателем», еще больше усиливавшей волну имплозии (толщина 12,0 см, масса 130 кг), направленную на сжатие плутониевого ядра. Каждый из слоев линзы состоял из 32 блоков ВВ (20 шестиугольных и 12 пятиугольных), соединенных друг с другом по схеме футбольного мяча. Каждый блок имел высокоточный быстрый электродетонатор (критрон). Полный сферический взрывной узел имел ширину 137,8 см и массу 2,4 т.

Линзоблок состоял из двух компонентов: корпуса из высокоскоростного ВВ и параболического низкоскоростного фокусирующего элемента ВВ на внутренней поверхности. Эти компоненты образовали линзу, превращающую выпуклую расширяющуюся ударную волну в выпуклую сходящуюся. Масса полного слоя линз 1800 кг.

Высокоскоростное ВВ – «Состав В» («Comp В»): смесь 60 % гексогена – очень высокоскоростного, но неплавкого ВВ, 39 % тротила – легко плавящегося ВВ ($t_{\text{пл}} = 80,35^\circ\text{C}$), 1 % воска в качестве связующего компонента. В качестве низкоскоростного ВВ использовался баратол, представляющий собой смесь тротила и нитрата бария переменного состава (тротил обычно составляет 25–33 % смеси) с 1 % парафина. Нитрат бария придавал баратолу плотность не менее $2,5\text{ г/см}^3$.

Urchin активировался прибытием имплозивной ударной волны в центр ядра. Когда ударная волна достигала стенок полости, они испарялись, а затем ударная волна превращенного в газ плутония ударила по инициатору, разрушая канавки и создавая струи с эффектом Манро (кумулятивный эффект), которые быстро смешивали полоний-210 и бериллий внутренней и внешней сфер вместе. Затем альфа-частицы, испускаемые ^{210}Po , ударились об атомы бериллия, выбивая нейтроны, возможно, по одному каждые 5–10 наносекунд, начиналась цепная реакция.

При взрыве «Толстяка» произошло деление около 1 кг ^{239}Pu из 6,19 кг плутониевого ядра, то есть около 17 % присутствующего делящегося материала.

На завершающем этапе Второй мировой войны бомбы мощности «Малыша» и «Толстяка» считались стратегическим оружием – с их помощью США пытались вывести из войны Японию. Сегодня ядерные заряды такой мощности относят к тактическим, предназначенным для применения вблизи линии фронта и в ближнем тылу противника. Теперь посмотрим возможности тактического ядер-

ного оружия на примере взрывов на полигоне Аламогордо и над японскими городами Хиросима и Нагасаки с их «неэффективной ядерной реакцией».

2. Внешние проявления физических процессов, происходивших при взрыве ядерных зарядов

Первое, что видит с безопасного расстояния на полигоне наблюдатель, знающий место и время ядерного взрыва – это вспышку, по яркости в сотни раз превосходящую яркость солнца в полдень, а также последующее образование огненного шара.

Вспышка. В действительности их две, *первая* – первичное световое излучение, когда за одну миллионную долю секунды выделяется энергия расщепляющихся атомных ядер заряда бомбы. Ее можно зафиксировать только скоростной камерой. При температурах ядерного взрыва, достигающих десятков миллионов градусов по Цельсию, продукты взрыва состоят из ядер атомов, полностью или частично лишенных электронов, и из соответствующих свободных электронов. Многие из атомов находятся в возбужденном состоянии. Поэтому такая система мгновенно испускает электромагнитное излучение (ЭМИ), природа которого определяется ее температурой, составляющей десятки миллионов градусов – гамма-, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение²⁴. Фактически мгновенное световое излучение вбирает около 60–70 % общей энергии взрыва (т.е. кинетической энергии частиц и энергии излучения). Рентгеновские лучи первичного светового излучения полностью поглощаются воздухом на расстоянии нескольких метров от точки взрыва. Некоторая часть этого излучения понижает уровень своей энергии – например, до уровня энергии ультрафиолетового спектра, однако большая часть энергии этого излучения превращается в кинетическую и внутреннюю энергию движения атомов кислорода и азота воздуха. Образуются сильно нагретые и ярко светящиеся массы воздуха и газообразных продуктов взрыва, принимающих сферическую форму – *огненный шар, сфера* (при воздушном взрыве) или *полусфера* (при наземном взрыве). Сразу же после своего образования огненный шар начинает увеличиваться в размерах, вов-

лекая в себя окружающий воздух. Это увеличение размеров шара сопровождается понижением его температуры в связи с одновременным увеличением его массы [16].

Огненный шар гомотермичен, т.е. температура во всех его точках одинакова. Вследствие большого различия в давлении он расширяется со скоростью, значительно превосходящей скорость звука (340 м/с), сжимая прилегающий к нему воздух. Сжатие от первого слоя воздуха передается следующим слоям. В результате возникает волна сжатия, или *ударная волна*. Воздух в ней сжат так сильно, что светится. Передняя граница ударной волны (ее фронт) на этом этапе взрыва будет одновременно являться внешней границей расширяющегося огненного шара – *внешним светящимся слоем*, своего рода экраном, не пропускающим часть энергии, идущей от гомотермического огненного шара. Экранированию энергии способствуют также образовавшиеся во фронте *ударной волны* под воздействием высокой температуры непрозрачные для видимых лучей окислы азота²⁵. Для атомной бомбы, эквивалентной по мощности сброшенным на Хиросиму и Нагасаки, этот период времени соответствует примерно 0,011 с от начала взрыва [17, 18].

Температура сжатого воздуха во фронте ударной волны постепенно уменьшается. Он все больше становится прозрачным для излучений, исходящих от более нагретого гомотермического огненного шара. Через едва видимый фронт ударной волны путем высокоскоростной съемки удастся рассмотреть более горячую раскаленную гомотермическую часть огненного шара. Расширение шара замедляется, происходит *отрыв ударной волны*. Начальная стадия этого явления при ядерном взрыве мощностью 20 кт наступает через 0,015 с [16].

Вторая вспышка. Теперь, когда внутреннее, более нагретое тело, расширившись в радиусе до 100 м, становится видимым, температура *светящейся области*, достигнув минимума (1,8–2 тыс. °С), снова начинает повышаться. Видимое световое излучение испускается непосредственно внутренней частью гомотермического огненного ядра, а не сжатым до свечения воздухом. Температура поверхности светящегося шара повышается до тех пор, пока

²⁴ При взрыве химической взрывчатки температура не превышает 5 тыс. °С, энергия взрыва излучается медленно, преимущественно в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном участках спектра ЭМИ. Кроме того, известно, что общее количество световой энергии, излучаемое светящимся телом, зависит не только от его температуры. Оно прямо пропорционально площади светящейся поверхности и времени свечения. Так как светящаяся область при обычном взрыве занимает малый объем, а сама вспышка длится короткое время (тысячные доли секунды), то поражение за счет светового излучения при этом не учитывают [17].

²⁵ При взрыве ядерного заряда мощностью 20 кт образуется около 100 т двуокиси азота [18].

не сравнивается с температурой поверхности гомотермического *огненного ядра* (7–8 тыс. °C)²⁶, – интенсивность светового излучения достигает максимума. Затем, вследствие потери энергии, затраченной на расширения и охлаждения раскаленных газов, составляющих внутреннее ядро, температура огненного шара быстро понижается. И примерно через одну секунду после взрыва температура огненного шара уменьшается до 4,7 тыс. °C, а размеры его достигают почти максимальных (радиус около 150 м для 20 кт мощности). Эффективное время свечения – около 3 с, в течение которых радиус огненного шара достигает 200 м и более (в зависимости от мощности взрыва)²⁷ [17, 18].

Так как плотность раскаленных газов, составляющих огненный шар, в процессе его расширения становится намного ниже плотности окружающего воздуха, то он быстро поднимается вверх. Скорость в начале подъема достигает 100 м/с. Приблизительно через 10 с свечение шара полностью прекращается. Образуется клубящееся облако, содержащее остывающие газы, пары воды, а при взрыве над землей также и пыль. Количество пыли, находящейся в облаке, зависит от того, на какой высоте произошел взрыв атомной бомбы. Если огненный шар касается земли, то значительное количество грунта испаряется и уносится вместе с ним [17].

Поднимающиеся вслед за облаком с земли в виде столба пыль или вода придают ему характерную грибовидную форму. Достигнув высоты 10–15 км, облако расширяется в горизонтальном направлении на несколько километров. Внутри его содержится огромное количество продуктов взрыва, являющихся источником радиоактивных излучений. С течением времени облако рассеивается, радиоактивные продукты частично выпадают на землю [17].

Ударная волна. Это второе, что почувствует наблюдатель, находящийся на некотором удалении от эпицентра ядерного взрыва, позволившего ему не превратиться в тень на асфальте под воздействием светового потока вспышки.

Ударная волна – самый разрушительный поражающий фактор ядерного взрыва. Поражения ударной волной могут быть *прямыми* или

косвенными. Первые обусловлены действием высокого давления в фазе сжатия; вторые – поражением летящими предметами. Наибольшее зафиксированное давление в шквалах урагана на земле достигало 0,013 кг/см², скорость отдельных порывов ветра не превышает 70–80 м/с. При воздушном ядерном взрыве 20 кт бомбы на расстоянии 1700 м давление во фронте ударной волны составило около 0,22 кг/см², т.е. почти в 17 раз превысило давление ветра при самом сильном урагане; скорость распространения взрывной волны в пределах 3–10 км – 600–800 м/с. Воздух при этом приобретает свойства упругого тела, а ударная волна действует как мчащаяся упругая стена. Если избыточное давление ударной волны составляет 0,035 кг/см² или более, в той или иной степени разрушению подвергается большинство городских сооружений [16].

При воздушном ядерном взрыве ударная волна представляет собой распространяющуюся область сжатого воздуха, имеющего наибольшее давление на ее внешней границе. От этой границы, называемой *фронтом ударной волны*, по направлению к центру взрыва давление (а, следовательно, и плотность) воздуха постепенно уменьшается до атмосферного. За *зоной сжатия* (область сжатого слоя воздуха) следует *зона разрежения*, после которой давление снова выравнивается и становится таким же, как и в невозмущенной атмосфере. В фазе сжатия ударной волны температура воздуха повышается, в период разряжения – понижается. Отрицательное давление ударной волны, образовавшейся в результате ядерного взрыва, имеет значительно меньшую разрушительную мощь, чем зона сжатия, но ее оказывалось достаточной, чтобы вызвать отслоение кожи человека, пораженного световым импульсом [19].

Скорость ударной волны в момент ее возникновения чрезвычайно велика. Вблизи центра взрыва атомной бомбы (эквивалентной 20 кт тротила) она превышает 4 тыс. м/с. Однако при дальнейшем распространении скорость волны быстро снижается, приближаясь к скорости звука (340 м/с). Длина волны (толщина зоны сжатия) непрерывно увеличивается. Одновременно возрастает и продолжительность ее действия. Вместе с тем давление в зоне сжатия падает, разрушительная сила ядерного взрыва уменьшается. Так, на расстоянии 600 м

²⁶ Поскольку вторичное световое излучение имеет более низкую температуру, оно распределяется, главным образом, в участках спектра, имеющих большую длину волны, т.е. в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном участках спектра ЭМИ.

²⁷ Радиус огненного шара и время его свечения пропорциональны корню кубическому из тротилового эквивалента. Следовательно, если известны максимальный радиус огненного шара (150 м) и время его свечения (3 с) для атомной бомбы с тротиловым эквивалентом 20 кт, можно найти радиус и время свечения огненного шара для бомбы любого калибра [17].

от эпицентра взрыва атомной бомбы среднего калибра избыточное давление достигает $1,4 \text{ кг/см}^2$ при продолжительности действия $0,5 \text{ с}$. На удалении же в 2200 м оно составляет только $0,18 \text{ кг/см}^2$, зато продолжительность действия волны увеличивается до одной секунды, т.е. в два раза [19]. Схема формирования ударной волны при воздушном ядерном взрыве приведена на рисунке 7.

Если взрыв произошел над землей, под проекцией точки взрыва, падающая вниз ударная волна достигнет земли и отразится от нее. Вследствие резкой остановки сжатого слоя воздуха, двигавшегося со сверхзвуковой скоростью, давление и плотность его в ударной волне резко возрастают и превышают первоначальные величины в два с лишним раза. Так как за зоной сжатия падающей волны следует зона разрежения, то наличие резкого перехода в давлениях вызывает движение остановившегося на мгновение сжатого слоя воздуха в обратном направлении, т.е. вверх и в стороны [16].

Примерно до расстояния, равного высоте взрыва заряда, падающая и отраженная ударные волны будут иметь почти одинаковую скорость и общую точку соприкосновения, двигаясь одна за другой. Затем отраженная ударная волна, вследствие прохождения ее в более уплотненной воздушной среде (к тому же разогретой идущей впереди падающей волной), будет двигаться быстрее и станет наползать с тыльной стороны на зону сжатия падающей волны, а потом сольется с ней – образуется головная ударная волна – волна Маха²⁸. Она имеет вертикальный фронт и давление больше, чем в каждой из волн, ее образовавших. Поэтому разрушающее действие атомного взрыва в дальней зоне будет определяться, главным образом, мощностью головной ударной волны.

Ударная волна ядерного взрыва при воздействии на организм человека отличается от таковой при воздействии фугасного взрыва большей продолжительностью фазы сжатия. При фугасном взрыве ударная волна идет в одном направлении, человека сшибает с ног и бросает в сторону, при этом внутренние органы изменения не претерпевают. Ударная волна ядерного взрыва почти мгновенно охватывает тело человека и подвергает его сильному сжатию. Действие сжатия и последующее разрежение вызывают поражение в местах прилегания тканей к полым органам, а также по местам соединения тканей различной плотности, например, в местах прикрепления мягких тканей к хрящам и костям. У многих трупов в районе эпицентра взрыва в Хиросиме

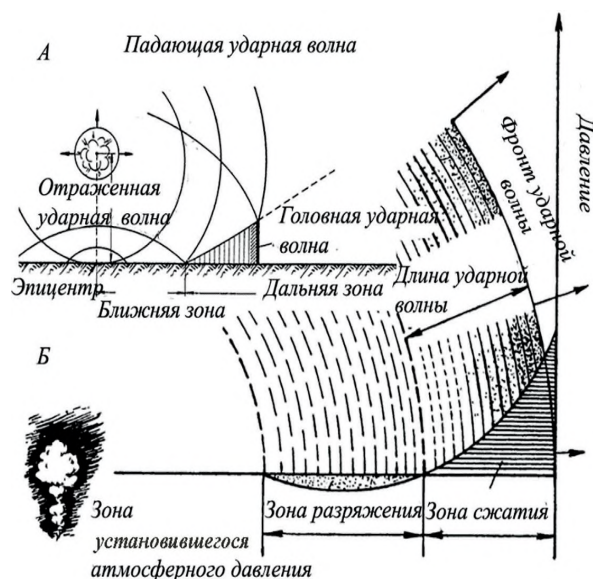


Рисунок 7 – Формирования ударной волны при воздушном ядерном взрыве. А – отраженная ударная волна накладывается на падающую ударную волну и наползает с тыльной стороны на зону сжатия падающей волны, сливаясь с ней – образует головную ударную волну большего давления. Б – структура ударной волны [19]

обнаружено выпадение кишок и эмфизематозные поражения легких [16].

Существуют серьезные отличия воздействия на различные виды сооружений ударной волны ядерного и фугасного взрыва. При ядерном взрыве сочетание большой величины максимального избыточного давления, высокого скоростного напора и большой длительности фазы сжатия ударной волны приводит к массовому разрушению сооружений, подобно наблюдаемому при землетрясении и ураганах. Взрыв фугасной бомбы, как правило, повреждает лишь часть крупного сооружения. Ударная волна ядерного взрыва может воздействовать на сооружение со всех сторон и разрушить его полностью [16].

Наибольшие по площади разрушения зданий городского типа ударная волна производит при взрыве атомной бомбы малого и среднего калибра на высотах от 400 до 600 м [19].

Проникающая радиация. Ее наблюдатель, переживший вспышку и ударную волну, не увидит, и не почувствует в момент взрыва, так как проникающая радиация представляет собой невидимый поток гамма-квантов и нейтронов, распространяющихся во все стороны от центра ядерного взрыва на сотни метров.

²⁸ Волна Маха – это волна давления, распространяющаяся со скоростью звука, вызванная небольшим изменением давления, добавляемого к сжимаемому потоку.

Гамма-лучи и нейтроны испускаются в первые несколько микросекунд ядерного взрыва самими атомными ядрами, когда они трансформируются в процессе деления. Основные причины возникновения *гамма-квантов* следующие [16]:

- реакция деления ядер вещества заряда, сопровождающаяся испусканием мгновенного гамма-излучения;
- радиоактивный распад осколков деления;
- реакция захвата нейтронов ядрами атомов среды, приводящая к образованию захватного гамма-излучения.

Действие гамма-излучения на наземные объекты продолжается в течение 15–20 с от момента взрыва.

Нейтроны при ядерном взрыве образуются в ходе цепной реакции (мгновенные нейтроны) и при распаде некоторых осколков деления (запаздывающие нейтроны).

Основную часть суммарной дозы проникающей радиации (более 95 %) человек получает в течение 3,5–5 с при взрывах малого и крупного калибров соответственно.

С увеличением расстояния от взрыва количество гамма-квантов и нейтронов, проходящее через единицу поверхности, из-за поглощения атмосферой уменьшается по экспоненте, ослабевая в два раза примерно каждые 300 м.

Первые симптомы острой лучевой болезни появляются через 0,5–2 ч (апатия, общая слабость, рвота) после взрыва. Позже начинают сказываться последствия других видов облучения [16]:

- облучение от предметов, ставших радиоактивными после взрыва;
- облучение извне продуктами ядерного распада;
- облучение организма изнутри бета-частицами, испускаемыми радиоактивным фосфором и натрием, содержащимися в тканях организма;
- внутреннее облучение в результате попадания в организм продуктов ядерного распада и радиоактивной пыли.

Радиоактивное заражение местности. Основным источником радиоактивного заражения – продукты наземного взрыва. При ядерном взрыве возникают более 200 радиоак-

тивных изотопов с разными периодами полураспада. Уровень радиации через 1 ч считается эталонным. Через двое суток она ослабевает в 100 раз, через две недели – в 1000 раз. При воздушном ядерном взрыве заражение местности значительно менее выражено.

Аламогордо – испытание «Гаджета». Бомбу собирали «с колес», наспех, со скандалами и взаимными обвинениями. Испытание необходимо было произвести до или во время встречи в Потсдаме глав государств-победителей Германии²⁹. Была допущена ошибка в расчетах мощности бомбы – ее оценивали в диапазоне от 200 до 2000 т тротилового эквивалента. Дж. Р. Оппенгеймер оценивал ее в 300 т. Многие ученые считали, что она вообще не сработает и не посчитали необходимым уйти в убежище. Наблюдательный пункт для размещения высокопоставленных лиц находился на расстоянии 32 км от предполагаемого эпицентра взрыва (нулевой отметки). Взрыв произошел 16 июля в 5 ч 29 мин и 45 с на высоте 30 м. Получилось 20 тыс. кг. Вот как зафиксировали позднюю стадию взрыва скоростные камеры, установленные в западном бункере (8 км от эпицентра) [8]:

«Расширение огненного шара до того, как он достиг земли, было почти симметричным... за исключением повышенной яркости и запаздывания самой нижней части сферы, нескольких вздутий и нескольких острых выростов, радиально выступавших из шара ниже его экватора. Соприкосновение с землей произошло через 0,65 мс. После этого шар быстро стал более гладким... Вскоре после соприкосновения выростов с землей (около 2 мс) на земле перед ударной волной появилась широкая «юбка» из комковатого вещества... Около 32 мс [когда диаметр светящейся области увеличился до 288 м] непосредственно за ударной волной появился темный фронт поглощающего вещества, медленно перемещавшийся вовне, пока он не стал невидимым в 0,85 с [расширяющийся фронт шириной около 760 м]. Сама ударная волна стала невидимой [до этого,] около 0,10 с. Огненный шар увеличивался еще медленнее до [диаметра] порядка [610 м], пока его почти полностью не скрыло пылевое облако, поднимающееся из «юбки». В 2 с вершина шара снова начала подниматься. В 3,5 с на трети высоты у «юбки» появился минимальный горизонтальный диаметр, или

²⁹ Потсдамская (Берлинская) конференция руководителей трех союзных держав – СССР, США и Великобритании состоялась 17 июля–2 августа 1945 г. для выработки послевоенной программы мира и безопасности в Европе и мире в целом. Союзные державы 26 июля подписали так называемую Потсдамскую декларацию. Японии предлагался выход из войны «без потери лица» (в частности, там не содержалось требования о безоговорочной капитуляции Японии). В Потсдамской декларации также содержалось предупреждение о том, что в случае отклонения декларации Японию ждет немедленное и ужасное возмездие. Под нажимом военных премьер-министр Кантаро Судзуки (1868–1948) заявил следующей позицией в отношении Потсдамской декларации: «Мы игнорируем ее. Мы будем неотступно идти вперед и вести войну до конца». С этого момента Хиросима и Нагасаки были обречены [23].

перетяжка, и часть «юбки», расположенная над перетяжкой, образовала вихревое кольцо. Перетяжка сужалась, а кольцо и быстро растущее скопление вещества над ним поднимались наподобие нового облака дыма, вытягивая за собой конвекционный пылевой стебель... Стебель казался перекрученным, как винт с левой резьбой».

Ниже приведены описания вспышки, сделанные физиками и военными, присутствовавшими на испытании «Гаджета» [7, 8, 12, 22].

«Вся местность была освещена палящим светом, интенсивность которого во много раз превосходила интенсивность полуденного солнца... Через тридцать секунд после взрыва по людям и предметам ударил первый сильный порыв ветра. Он сопровождался продолжительным и внушающим трепет ревом, который напоминал о страшном суде. Мы почувствовали себя ничтожными существами, боготворно дерзнувшими затронуть силы, бывшие до сих пор в неприкосновенности. Слова – слишком несовершенное средство, чтобы передать все, что мы тогда пережили».

«В момент взрыва я смотрел прямо на него ничем не защищенными глазами. Сначала я увидел желтое свечение, которое почти моментально превратилось в ошеломляющую белую вспышку, такую яркую, что я совершенно ослеп... Секунд через двадцать или тридцать после взрыва ко мне стало возвращаться нормальное зрение... Величие и масштабы этого явления были абсолютно умопомрачительными».

«Внезапно возникла гигантская вспышка света, самого яркого света, какой я – и, я думаю, вообще кто-либо – когда-либо видел. Он бил, он наваливался, он протыкал насквозь. Это было видение, которое воспринимали не одни только глаза. Казалось, оно длится вечно. Хотелось, чтобы оно прекратилось; длилось оно в общей сложности около двух секунд. Наконец оно закончилось, уменьшилось, и мы посмотрели в сторону того места, где раньше была бомба; там был огромный огненный шар, который рос и рос и, увеличиваясь, вращался; он стал подниматься в воздух, вспыхивая желтым, багровым и зеленым. Выглядел он угрожающе. Казалось, что он надвигается на нас».

«Мы видели с расстояния в шестнадцать километров невероятно яркую вспышку. Это было чрезвычайно внушительное зрелище. Мы знали, что взрыв будет ослепительно-ярким. На нас были сварочные очки. Меня поразила не вспышка, а ослепляющий жар солнечного дня, который я ощутил на своем лице посреди холодной ночи в пустыне. Это было похоже на открывающуюся печку, из которой всходило солнце ...».

«Вспышка света была сначала настолько яркой, что казалось, что она не имеет определенной формы, но где-то через полсекунды она стала ярко-желтой полусферой, обращенной плоской стороной вниз, как

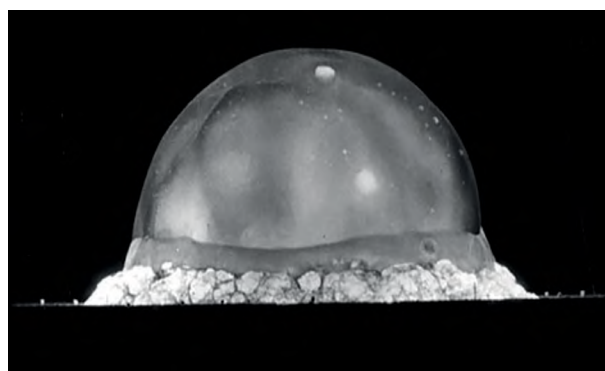


Рисунок 8 – Фотография взрыва «Гаджета» на 0,025 с. Взрыв наземный, что вызвало значительное локальное выпадение осадков (наряду со значительной индуцированной радиоактивностью в эпицентре от испускаемых нейтронов). Наиболее интенсивное индуцированное излучение находилось в неправильном круге радиусом около 10 м вокруг эпицентра. Облако поднялось на 11 тыс. м. Наиболее радиоактивные осадки обнаружены примерно в 20 милях к северо-востоку от эпицентра. В этом районе уровни радиации на расстоянии десяти миль достигли 50 P [8]

солнце, наполовину поднявшееся из-за горизонта, но приблизительно вдвое больше. Почти сразу же эта светящаяся масса стала распухать и подниматься; казалось, что внутри приблизительно прямоугольного контура, быстро росшего в высоту, выстреливают вверх огромные пламенные вихри... Внезапно из центра поднялся более узкий столб гораздо большей высоты. Затем наступила развязка, безмерно впечатляющая, несмотря на то, что ослепительной яркости уже не было: вершина более узкого столба, казалось, расплылась в толстую шляпу гриба или зонтик яркого и чистого синего цвета... Казалось, что все это происходит очень быстро... и потом наступило разочарование, что это зрелище кончилось так быстро. А затем пришло ошеломляющее понимание, что все это происходило в трех десятках километров от нас, что-то, что вспыхнуло и погасло с таким блеском и такой скоростью, на самом деле находилось на высоте нескольких километров. Ощущение удаленности этого объекта, который казался таким близким, подчеркивалось долгой тишиной, царившей, пока мы смотрели, как серый дым образует все более и более высокий спиральный столб. Где-то через минуту, которая показалась гораздо более долгой, тишину нарушил весьма внушительный грохот, приблизительно похожий на грохот пятидюймового зенитного орудия на расстоянии в сотню метров».

«... Путь распространения ударной волны сквозь облака был ясно виден в форме расширяющегося круга, заметного всюду в небе, где оно было покрыто облачностью. Когда красное сияние померкло, про-

явился совершенно замечательный эффект. Вся поверхность шара была покрыта фиолетовым свечением, похожим на то, что появляется в воздухе при электрическом возбуждении, и вызванным, несомненно, радиоактивностью материала шара».

«Сначала вспыхнул свет ни с чем не сравнимой яркости. Мы все ... сквозь темные очки увидели огненный шар. Приблизительно через сорок секунд пришла взрывная волна, за которой последовал звук, но ни то, ни другое не показалось нам поразительным, так потрясла нас необычайная интенсивность света. Образовалось большое плотное облако, которое, клубясь, вздымалось вверх с огромной силой и примерно в пять минут достигло субстратосферы. Вскоре после главного взрыва в облаке произошли два дополнительных взрыва меньшей силы, не сопровождавшиеся световыми эффектами. Облако поднялось на большую высоту сначала в виде шара, затем оно приняло форму гриба, затем превратилось в длинный, похожий на трубу столб и, наконец, было развезено в нескольких направлениях переменными ветрами на различных высотах».

«Я уверен, что когда наступит конец света, то последний человек в последнюю миллисекунду существования Земли увидит то, что увидели мы».

Президент США Гарри Трумэн 24 июля 1945 г. в Потсдаме, в целях послевоенного шантажа, сообщил И.В. Сталину о новом оружии. Многие годы он был убежден, что советский руководитель не понял, о чем шла речь. В письме профессору Чикагского университета Джеймсу Кейту (англ. James L. Cate; 1899–1981) в декабре 1952 г., т.е. уже после испытания первого советского ядерного заряда в 1948 г., он написал следующее [20]:

«...Когда в Потсдам пришло сообщение о том, что в Нью-Мексико произошел успешный атомный взрыв, было много волнений и разговоров о влиянии на войну, которая тогда шла с Японией. На следующий день я сообщил премьер-министру Великобритании и генералиссимусу Сталину, что взрыв удался. Премьер-министр Великобритании понял и оценил то, что я ему сказал. Премьер Сталин улыбнулся и поблагодарил меня за сообщение ему о взрыве, но я уверен, что он не понял его значения».

И все. Никаких вопросов о принципе действия нового оружия. Ни слова о том, что хо-

рошо бы поделиться им с русскими от И.В. Сталина не последовало³⁰ [12].

Однако уверенности в победе над Японией после испытания «Гаджета» у Гарри Трумэна не было. Потери американцев в 1945 г. стремительно росли. Взорвутся ли другие ядерные заряды? Как потом поведут себя японцы? Более ста тысяч погибших за одну ночь бомбардировки Токио 10 марта 1945 г. «не возымели никакого эффекта». В ходе битвы за Окинаву (1 апреля–23 июня 1945 г.) американцы потеряли убитыми не менее 12,5 тыс. человек, а японцы – 93 тыс., пленных японских солдат почти не было. На других островах с японскими гарнизонами ситуация была такой же. Общая численность вооруженных сил Японии на август 1945 г. составляла 7200 тыс. человек, в метрополии сохранилось 70 хорошо вооруженных и боеспособных дивизий, плюс силы самообороны и вооруженное население³¹. Вторжение на японские острова ему представлялось неизбежным и кровавым. По оценке военных, оно будет стоить до миллиона жизней американских солдат. Закончить войну раньше ноября 1946 г. Трумэн не рассчитывал. Но он получил от И.В. Сталина то, зачем приехал в Потсдам – подтверждение, что СССР вступит в войну с Японией не позже 15 августа [12, 23].

Хиросима – испытание «Малыша». Хиросима расположена в широкой плоской дельте реки Ота, распадающейся на 7 русел, разделяющих город на шесть островов, вдающихся в Хиросимский залив. Это восьмой по величине город в Японии, в 1943 г. его население составляло 245 тыс. человек. Хиросима – идеальная мишень для демонстрации возможностей нового оружия³². Он почти полностью плоский и лишь немного возвышается над уровнем моря. В центре города находилось несколько железобетонных зданий. Район за пределами центра – скопище небольших деревянных мастерских, расположенных среди типовых японских домов; несколько более крупных промышленных предприятий располагались недалеко от окраин города. Дома в основном деревянные с черепичными крышами. Четкого разделения на коммерческую, промышленную и жилую

³⁰ И.В. Сталин знал об американских, германских и британских разработках ядерного оружия больше президента США Г. Трумэна. Советская разведка обратила внимание на эту проблему в начале 1940 г. благодаря начальнику отделения научно-технической разведки НКВД Л.Р. Квасникову (1905–1993). Более подробно см. в работе В.С. Горобца [14] и в воспоминаниях П.А. Судоплатова [21].

³¹ В это количество не входит Квантунская армия и подчиненные ей войска, насчитывавшие 31 пехотную, 2 танковых и 1 кавалерийскую бригады (всего 713 тыс. человек), 1155 танков, 5360 орудий, 1800 самолетов и 25 боевых кораблей. Квантунская армия готовила к применению против Красной армии и войск союзников бактериологическое и химическое оружие. Для этого были созданы специальный научный центр с филиалами (отряд 731) и сеть полигонов для его испытания.

³² Во время войны за Великую Восточную Азию (как ее называли в Японии) в армии и на флоте Японии также проводились секретные работы в этой области, но они были прекращены, поскольку требовали затрат огромных средств и времени [23].

зоны не было, 75 % населения проживало в густо застроенной зоне в центре города.

В Хиросиме находился штаб 2-й армии, руководивший обороной всей южной Японии. Гарнизон насчитывал 25 тыс. человек. Город был узлом связи, складом и местом сбора войск. Южнее города находилась военная база Удзина, а юго-восточнее – склады снабжения. И что еще для американского командования стало определяющим в выборе Хиросимы как цели – на ее территории отсутствовали лагеря для американских пленных³³ [20, 23].

Крейсер «Индианаполис» доставил «снаряд» и «мишень» на остров Тиниан 26 июля и ушел без конвоя на филиппинский остров Лейте. В Филиппинском море его потопила японская подводная лодка И-58 (командир – капитан третьего ранга Мотицура Хасимото; 1909–2000). Из 1196 человек команды «Индианаполиса» погибло 878 [23].

Тиниан – один из островов в цепочке Марианских островов. Там находились авиабаза 509 смешанной авиагруппы (англ. 509th Composite Group, 509 CG), специально созданной для атомной бомбардировки Японских островов, а также цех по сборке ядерных бомб. Расстояние до Хиросимы 2,5 тыс. км (~6 ч лета). «Малыш» был готов 31 июля. Бомбу к цели доставил модернизированный самолет В-29 «Энола Гей»³⁴. Командир – полковник Пол Тиббетс (англ. Paul Warfield Tibbets; 1915–2007), имевший репутацию лучшего пилота Военно-воздушных сил США, и в свои 30 лет носил прозвище «Старый Бык» [8].

В-29 «Энола Гей» должен был взлететь с базы на Тиниане в 1:45 6 августа. Но уверенности в том, что он взлетит благополучно, не было, перегруз составлял 6,8 т. Для исключения ядерной катастрофы окончательная досборка бомбы была проведена в полете³⁵. В районе Иводзимы Тиббетс начал медленный набор высоты для бомбардировки. Бомбардир-

ровщик приблизился к Хиросиме со скоростью 528 км/ч. Противодействия японской ПВО не было, погода в районе Хиросимы была хорошая, экипаж и оборудование самолета функционировали отлично. Точка прицеливания – Т-образный мост Айой, известный экипажу по аэрофотоснимкам, был обнаружен сразу. Сброс бомбы произведен с высоты 9,5 км в 7:32 по местному времени. Как только бомбардир шедшего следом «Великого артиста», капитан Кермит Бихан (англ. Kermit Beahan; 1918–1989) увидел, что бомба упала с «Enola Gay», он сбросил со своего самолета три спускаемых с парашютом комплекта инструментального контроля – алюминиевые канистры для манометров. Его командир, майор Чарльз У. Суини (англ. Charles Sweeney; 1919–2004), сразу же резко повернул влево и стал уходить от цели. Сброшенные датчики передали первичные и отраженные сигналы акустических волн давления обратно на специальное оборудование «Великого артиста». Эти данные были использованы позже для определения мощности взрыва.

За час до появления «Энола Гей» над Хиросимой японская радиолокационная сеть раннего предупреждения зафиксировала приближение какого-то американского самолета, направлявшегося в южную часть Японии. Была объявлена тревога и прекращено радиовещание во многих городах, в том числе и в Хиросиме. Примерно в 8:00 оператор радара в Хиросиме определил, что количество прибывающих самолетов очень мало – вероятно, не более трех³⁶, – и воздушная тревога была отменена. Почти никто в Хиросиме не пошел в убежище, многие подняли глаза, чтобы посмотреть на летевшие высоко в небе серебристые машины [8].

«Малыш» в свободном падении пролетел почти 9 км и через 43 с после сброса (в 8:16) взорвался на высоте 576 м примерно в 160 м к юго-востоку от точки прицеливания, над

³³ Тело одного американского военнопленного все же было обнаружено среди обломков в 100 м от эпицентра [24].

³⁴ Тиббетс назвал самолет «Энола Гей» в честь матери. В настоящий момент он находится в Национальном музее авиации и космонавтики США (Вашингтон).

³⁵ Накануне вылета самолета с «Толстяком», на Тиниане разбилось четыре В-29 с человеческими жертвами. Уверенности не было ни в том, что «Энола Гей» взлетит, ни в том, что бомба не взорвется раньше, ни в том, что она взорвется над Хиросимой. Тиббетс сам принял решение разобрать бомбу перед взлетом и собрать ее уже в полете. Капитан ВМС Уильям Парсон, работавший по «Манхэттенскому проекту» с 1943 г., перед взлетом извлек из бомбы урановый снаряд и мешочки с кордитом (см. рисунки 2 и 3). На высоте 1,5 км, непосредственно в бомбовом отсеке, при свете фонарика вернул их на место [12].

³⁶ Всего в операции участвовали семь В-29. Запасной самолет вылетел на Иводзиму и должен был заменить «Энолу Гей» в случае ее поломки в полете. Три самолета («Стрит-флеш», «Джаббит III» и «Фул-Хауз») летели для метеоразведки и выбора цели. «Энолу Гей» сопровождали два самолета-наблюдателя («Великий артист» – научное оборудование для измерения силы взрыва, пилотировал Чарльз У. Суини; и «Неизбежное зло» капитана Джорджа У. Марквардта – фотоаппаратура. В конце августа этот бомбардировщик должен был сбросить третью плутониевую бомбу, но она не понадобилась). Перед Хиросимой они отстали и пропустили «Энолу Гей» вперед [11, 12].

двором детской больницы Сима [12, 24]. Понять, что такое ядерный взрыв мощностью в 15 кт, помогут фотографии на рисунках 9, 10.

В 8:16 утра оператор управления Японской радиовещательной корпорации в Токио заметил, что станция Хиросима вышла из эфира. Он попытался использовать другую телефонную линию, чтобы восстановить связь, но это тоже не удалось. Примерно через двадцать минут сотрудник железнодорожного телеграфного центра Токио понял, что магистральный телеграф перестал работать к северу от Хиросимы. С некоторых небольших железнодорожных остановок в десяти милях от города приходили неофициальные и путанные сообщения о страшном взрыве в Хиросиме. Все эти донесения передавались в Главное управление японского Генерального штаба [24].

Генеральный штаб неоднократно пытался дозвониться до пункта управления 2-й армией в Хиросиме. Полная тишина в этом городе озадачила людей в штабе; они знали, что никакого крупного рейда противника произойти не могло, и они знали, что в то время в Хиросиме не было значительных запасов взрывчатки. Офицеру Генерального штаба было приказано немедленно вылететь в Хиросиму, призем-



Рисунок 9 – Гриб ядерного взрыва над Хиросимой.

Фотография сделана с самолета «Энола Гей». Чтобы понять масштаб взрыва, обратите внимание на береговую линию. В ее центре просматривается остров Ицукусима площадью 30,4 км². Грибовидное облако на высоте полета «Энола Гей» экипаж видел почти за 700 км. URL: <https://www.airandspaceforces.com/article/japans-last-ditch-force/> (дата обращения: 12.08.2023)

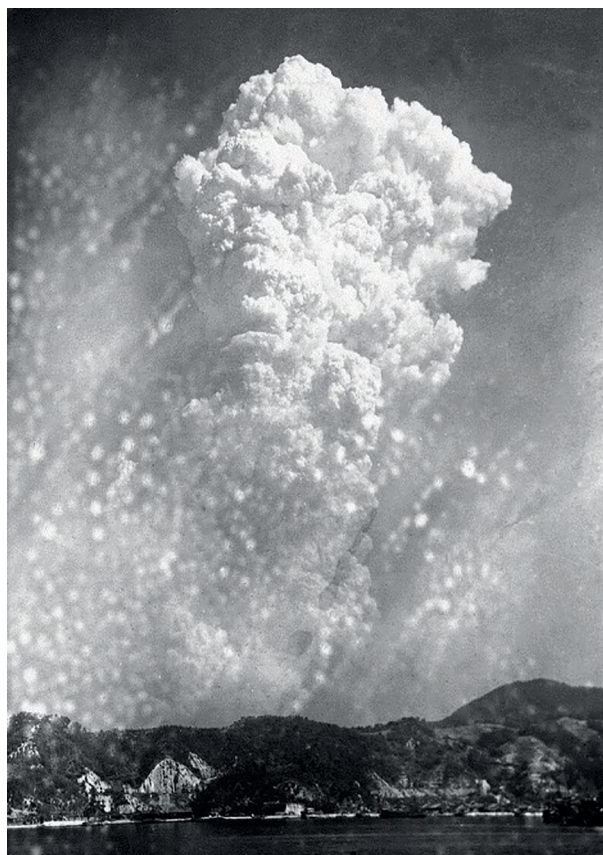


Рисунок 10 – Вид на облако ядерного взрыва в Хиросиме с расстояния примерно в 20 км – с военноморского арсенала в Курэ. 06.08.1945 г. Источник: <https://foto-history.livejournal.com/8030552.html> (дата обращения: 12.08.2023)

литься, осмотреть повреждения и вернуться в Токио с достоверной информацией. В Ставке вообще считали, что ничего серьезного не произошло. Штабной офицер после трехчасового полета, находясь еще почти в 100 милях от города, увидел большое облако дыма от бомбы и горящие руины Хиросимы³⁷ [23].

Резко став на четыре тонны легче, B-29 подпрыгнул вверх. Тиббетс отключил автопилот и перевел самолет в пике, чтобы набрать скорость и уйти от ударной волны как можно дальше. Взрыв он не видел, так как сидел спиной к нему. Он ощутил его по ослепительному белому свету, залившему кабину почти через 50 с после сброса бомбы. На расстоянии 18,5 км от эпицентра взрыва их настигла первая

³⁷ На следующий день генеральный штаб направил в Хиросиму комиссию специалистов во главе с начальником 2-го управления (разведывательного) генерал-лейтенантом Арисуэ Сэйдзо (1895–1992). В комиссию вошли крупнейший специалист по атомной энергии профессор Нисина Иосио (1890–1951) – глава проекта по созданию японской ядерной бомбы, и соответствующие лица из авиационного штаба и военно-медицинской академии. Прибыв в Хиросиму, комиссия сразу же установила, что бомба атомная. Об этом было доложено в Токио [23].

ударная волна – прямая; вторая – отраженная от земли уже в 24 км от цели [11].

Хвостовой стрелок, сержант Роберт Кэрон (George R. Caron; 1919–1995), обнаружил приближение первой ударной волны – она создавала в атмосфере видимое мерцание. Кэрон не понял, что это такое, пока самолет не получил мощный удар, но приближение второй волны определил сразу. Он единственный из экипажа, кто наблюдал взрыв. Кэрон описал увиденное следующим образом [цит. по 8]:

«Я все время фотографировал, в то же время стараясь разобраться в том, что творилось над городом. Все это время я рассказывал о том, что видел, по переговорному устройству... Сам гриб был поразительным зрелищем, пузырящейся массой фиолетово-серого дыма; было видно, что в нем есть красная сердцевина и внутри все горит. Когда мы отлетели подальше, стало видно основание гриба, и казалось, что внизу лежит тридцатиметровый слой обломков и дыма и всего такого. Я пытался описать гриб, всю эту бурлящую массу. Я видел, как в разных местах вспыхивают пожары, как языки огня, возникающие на слое углей. Меня попросили их сосчитать ... я бросил это дело где-то на пятнадцать – они возникали так быстро, что за ними было не уследить. Я до сих пор вижу эту картину – этот гриб и эту бурлящую массу, – казалось, что весь город покрыла лава или патока, и она, казалось, растекалась наружу, вверх по склонам холмов, где на равнину выходят маленькие долины, и повсюду вспыхивали новые пожары, так что очень скоро из-за дыма нельзя было разглядеть почти ничего».

Более детальное описание взрыва оставил радист самолета сопровождения «Великий артист», Эйб Спитцер (Abe Spitzer, 1912–1984), ставший свидетелем бомбардировок Хиросимы и Нагасаки [цит. по 25].

«Под нами, насколько хватало глаз, пылал пожар, но он совершенно не походил на обычный пожар. Он переливался десятком цветов, ослепительно-ярких – я и не знал, что цветов может быть так много, – а в самом центре и ярче всех пылал гигантский красный огненный шар, казавшийся больше солнца. Более того: создавалось впечатление, что каким-то образом солнце вышибло с неба, оно упало на землю у нас под ногами и теперь снова начало подниматься, но подниматься прямо на нас – и стремительно.

В то же самое время шар стал расширяться, пока не накрыл весь город, и со всех сторон пламя было окутано, полускрыто толстой непроницаемой колонной серо-белого дыма, достигающей подножия холмов за городом и рвущейся во все стороны и вверх, приближающейся к нам с невероятной скоростью.

Затем самолет снова затрясло, и раздался звук, похожий на выстрел гигантской пушки, – словно тяжелая артиллерия палила по нам со всех сторон. Фиолетовый свет сменился сине-зеленым, переходящим по краям в желтый, и сидящий внизу о-

гненный шар, это перевернутое солнце, словно потянулся за дымом вверх, помчался к нам с невероятной скоростью – а мы в это время во все лопатки – но все равно не так быстро – улепетывали от места, где некогда был город.

Неожиданно мы оказались слева от столба дыма, а он все продолжал подниматься, и, как я позже узнал, достиг высоты в 15 тыс. метров. Он напоминал гигантский столб, сужавшийся кверху и уходивший в стратосферу. Ученые потом сказали нам, что, по их оценкам, столб достигал 6 или 8 км в ширину у основания и больше 2 км в верхней части.

Пока я смотрел, заигнотизированный увиденным, столб дыма изменил цвет с серо-белого на коричневый, затем на янтарный, а потом засиял всеми тремя цветами одновременно, образовав яркую, бурлящую радугу. На мгновение мне показалось, что его ярость стихает, но почти сразу из вершины вырвалось что-то похожее на гриб и поползло вверх, пока не достигло высоты 18 или 20 тыс. метров... вся колонна кипела и дрожала, а гриб на ее вершине расплодился во все стороны, как гигантские волны во время океанского шторма.

Затем, совершенно неожиданно, вершина оторвалась от колонны, словно обрезанная острым ножом, и рванулась еще дальше вверх; насколько далеко, я не знаю; никто не знал тогда и не знает сейчас; этого не поймешь даже по фотографиям, и ни один прибор не смог точно все измерить. Кто-то говорил, что высота составила 24 тыс. метров, другие – что 26 тыс., третьи – что еще больше... После этого на вершине колонны созрел еще один гриб, поменьше».

Тиббетс повернул самолет так, чтобы то, что осталось от города, могли увидеть все члены экипажа. Кажущаяся близость взрыва отличала его от того, что они видели при бомбардировках Германии. Город был «скрыт жутким облаком..., кипящим, принимающим форму гриба, ужасным и невероятно высоким». У радиста Ричарда Нельсона (англ. Richard Nelson; 1925–2003) возникло ощущение, что облако сейчас поглотит самолет. Когда Тиббетс посчитал, что экипаж увидел достаточно, он повернул самолет к Тиниану, задача была им выполнена, его встретили как героя. К жителям Хиросимы у него не было «ничего личного», он прожил 92 года и о выполнении этого задания никогда не жалел [12].

Седьмого августа Гарри Трумэн сделал официальное заявление о применении нового мощного оружия и призвал Японию к безоговорочной капитуляции. Восьмого августа СССР объявил Японии войну. Но японские лидеры продолжали хранить молчание.

Нагасаки – испытание «Толстяка». Нагасаки лежит во главе длинного залива, образующего лучшую естественную гавань на южном японском острове Кюсю. На востоке находился

старый город, включающий в себя основные административные, коммерческие и жилые районы, простирающийся от района пристани Дэдзима через равнины и на северо-восток вверх по долине реки Накадзима. Почти все жилые дома были типичной японской конструкции, состоящей из деревянных или каркасных зданий, с деревянными стенами со штукатуркой или без нее и черепичными крышами. *Западная сторона* гавани была отдана в основном под тяжелую промышленность. К северу от гавани, вверх по долине реки Ураками, располагалось больше промышленных предприятий (в том числе два гигантских завода «Мицубиси»), жилые районы и некоторые административные здания. Район Ураками был менее населен, чем старый город, и содержал большую долю построек современного типа. Нагасаки не подвергался крупномасштабным бомбардировкам до взрыва там атомной бомбы [20, 23].

Компоненты «Толстяка» на Тиниан были доставлены 28 июля и 2 августа самолетами. Сборку бомбы провели в цехе, где собрали «Малыша». Работа шла в изнурительной спешке. Общей психологической доминантой на острове была уверенность в том, что чем быстрее применят бомбу, тем быстрее японцы поймут, что таких бомб у американцев много, и сдадутся. Ежедневно люди гибли и в сбитых В-29, и в морских боях по всему Тихому океану. Тяжелое впечатление на персонал базы и командование флота произвело уничтожение «Индианаполиса». Смертельно уставшие люди были уверены, что каждый сэкономленный день приближает на один день окончание войны. Перед погрузкой бомбы в самолет было обнаружено, что перепутаны разъемы кабеля, соединяющего детонационный модуль, установленный на передней части импловивной сферы, с четырьмя радиолокационными модулями, находившимися в хвостовой части бомбы – кто-то допустил оплошность и установил кабель задом наперед. Пока ее устранили

путем импровизации, погода ухудшилась. Ожидалось, что 9 августа она может быть еще приемлемой, однако в течение следующих пяти суток полеты будут невозможны, а это означало, что война продолжится [8].

К вечеру 8 августа бомба была собрана и ее механизмы частично проверены. Шесть В-29 вылетели в направлении различных целей для метеоразведки. Из-за плохой погоды только двум самолетам удалось достичь основных объектов, трем – второочередных, а один вернулся с полпути из-за неисправности. Для бомбардировки были намечены два объекта: город Кокура (сейчас Китакусю) – цель первой очереди; Нагасаки – цель второй очереди³⁸. «Недостатком» Нагасаки с точки зрения возможности демонстрации мощи нового оружия была его топография (холмы, долины, неправильная планировка) [11].

К 22:00 8 августа «Толстяк» был загружен в передний бомбовый отсек В-29, названного «Бокскар» (англ. «Bock's Car» – «Машина Бока») – по имени его постоянного командира капитана Фредерика Бока (англ. Frederick Carl Bock; 1918–2000)³⁹. Однако, на этот раз самолет должен был пилотировать командир В-29 «Великий артист» – майор Чарльз У. Суини, так как Тиббетс широким жестом хотел дать возможность и «другим своим ребятам войти в историю». Бок вылетел на «Великом артисте» для выполнения функции наблюдателя [12].

К моменту взлета бомбардировщика, «Толстяк» был полностью подготовлен к применению⁴⁰. «Бокскар» вылетел с Тиниана в 3 ч 47 мин 9 августа. Его полет проходил выше 5 тыс. м над грозовыми шквалами. На пропеллерах самолета светились огни святого Эльма. Точка встречи с двумя самолетами-наблюдателями В-29 была назначена у юго-восточного берега острова Кюсю. Предполетная спешка снова дала о себе знать. У Суини не было резерва топлива; переключатель топливных баков, позволявший подключить к двигателям

³⁸ В городе Кокура располагался крупнейший военный завод Японии, на котором производились самые различные виды оружия и другого военного снаряжения. Его площадь составляла почти 800 га, а вокруг него располагались вспомогательные объекты: машиностроительные заводы, заводы по изготовлению запасных деталей, электростанции и различные бытовые службы. В Нагасаки были сосредоточены крупнейшие в Японии судостроительные и ремонтные заводы и заводы по производству боеприпасов для военно-морского флота. С 10 августа 1944 г. по 1 августа 1945 г. Нагасаки пять раз подвергался ударам: дважды бомбардировщиками В-29, но эти удары были признаны неэффективными [20].

³⁹ Бок и Суини обменялись самолетами для избежания переноса научных инструментов [20].

⁴⁰ К «Толстяку» досборка в воздухе была неприменима – самолет взлетал с заряженной бомбой на борту. Это обстоятельство вызвало опасения возможности ядерного взрыва при неудачном взлете самолета-носителя. Один старший офицер военно-воздушных сил даже потребовал письменное подтверждение безопасности такого старта. Как не без юмора пишет генерал Л. Гровс: «Парсон и Рамзей не без некоторых колебаний подписали такой документ. Вероятно, они понимали, что, если ошибутся, им все равно не придется нести ответ» [11].

бак емкостью 2270 л, установленный в хвостовом бомбовом отсеке, не работал. Об этом узнали перед вылетом, менять самолет было уже поздно, приказ не отменили из-за опасения ухудшения погоды. Между 8:00 и 8:50 по японскому времени Суини, вопреки приказу Тиббетса ждать не более 15 мин, сжигал керосин над островом Якусима, ожидая самолеты наблюдения. Его догнал только «Великий артист». Третий самолет – «Большая вонь» (англ. «Big Stink») – командир самолета офицер группы по операциям майор Джеймс И. Хопкинс-младший (англ. James I. Hopkins, Jr.; 1918–1951), из-за плохих метеоусловий не догнал группу.

Чтобы увеличить шансы поражения первой цели, Суини приказали независимо от прогноза погоды приблизиться к району первой очереди настолько близко, чтобы непосредственно убедиться в невозможности визуального бомбометания. Только после этого он мог изменить курс и лететь ко второй цели.

Проблемы накапливались. Приблизившись к городу Кокура, Суини обнаружил, что вопреки сообщению самолета метеослужбы визуальное бомбометание невозможно.

Сделав над городом, по крайней мере, три захода (на что ушло 45 минут), Суини понял, что японцы им заинтересовались: появились разрывы зенитных снарядов; в эфире – переговоры на частотах радиообмена японских истребителей. Другого оружия кроме атомной бомбы и пистолетов у офицеров на «Бокскаре» не было. Обстановка становилась все более напряженной, а просвета в облаках найти не удавалось. Он взял курс на вторую цель – Нагасаки. Назначенной целью был сталелитейный и оружейный завод «Мицубиси», расположенный на восточном берегу реки Ураками в северной части города. У «Бокскара» топлива оставалось только на один заход. Над городом была сильная облачность, и сначала казалось, что условия для бомбардировки не лучше, чем над первой целью. Учитывая плохую видимость и недостаток горючего, Суини и капитан Ф.Л. Эшворт (англ. Frederick Lincoln «Dick» Ashworth; 1912–2005), технически командовавший бомбой на «Бокскаре» и ответственный за обеспечение успешности сброса в указанном месте

и в нужное время, взяли на себя ответственность и решили произвести бомбардировку по радиолокатору [20].

Наблюдатели в Нагасаки обнаружили два В-29 высоко над городом в 10:53, но они решили, что это воздушные разведчики и тревоги не объявили. Часть людей, услышав гул самолетов, побежали в укрытия, так как 1 августа район верфей и доков подвергся бомбардировке фугасными бомбами, это их спасло. Однако большинство жителей Нагасаки в момент взрыва бомбы были на работе, дома или на улице [20, 25].

Когда почти весь маневр захода на цель был пройден, вдруг в облаках появилось окно, позволившее Суини перейти на визуальное бомбометание. Несколько мгновений спустя, в 11:00, «Великий артист» сбросил измерительные приборы, прикрепленные к трем парашютам, и пошел на разворот. Через две минуты бомбардир «Бокскара», Кермит Бихан, сбросил бомбу с высоты 9,7 тыс. м. «Толстяк» пролетел через этот просвет и взорвался в 503 м над крутыми городскими холмами на два километра севернее намеченной цели. Мощность взрыва оценили в 22 кт⁴¹. После сброса бомбы Суини резко накренил самолет и начал снижаться до высоты 8,8 тыс. м. Меньше чем за минуту его настигла ударная волна, «было такое впечатление, будто В-29 били телефонным столбом». Бомба взорвалась между двумя заводами фирмы «Мицубиси» и разрушила их⁴². Крутые холмы ограничили масштабы взрыва, человеческих потерь и разрушений (рисунки 11 и 12) [8, 11, 20].

Экипаж ощутил пять отчетливых ударов по фюзеляжу самолета, что было связано с рельефом местности в районе цели. В целом турбулентность оказалась сильнее, чем та, что была после взрыва над Хиросимой. Заблудившийся В-29 наблюдения находился в момент взрыва на расстоянии около 160 км. Его командир, увидев столб дыма, приблизился к Нагасаки на предусмотренное расстояние. Из-за плохой погоды получить удовлетворительные фотографии не удалось. Эшворт описал взрыв следующим образом [8]:

«Бомба взорвалась с ослепительной вспышкой, и к нам устремился огромный столб черного дыма.

⁴¹ Так совпало, что именно в это время в императорском дворце на совещании Высшего совета по руководству войной шла дискуссия о принятии условий капитуляции, предложенные союзниками в Потсдаме 26 июля. Что бы ускорить капитуляцию Японии американцы и после атомных бомбардировок продолжали наносить удары по японским городам. В Маньчжурии, Северо-Восточном Китае и Корее шло наступление трех советских фронтов.

⁴² Позже эпицентр был идентифицирован как «точка примерно в 900 футах к востоку от Ураками и в 8500 футах от того места, где река впадала в гавань Нагасаки. Это место находилось всего в 500 ярдах к северу от края обширного оружейного завода, в 0,75 мили от его центра и в 0,80 милях к югу от центра другого комплекса «Мицубиси»» [20].

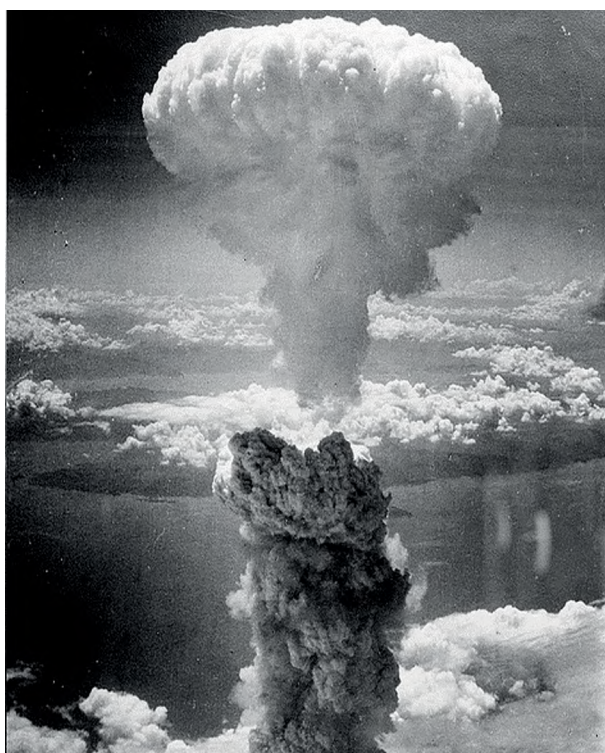


Рисунок 11 – Взрыв плутониевой бомбы над Нагасаки. Мощность 22 кт. Столб дыма, раскаленных частиц, пыли и обломков поднялся на высоту 20 км. Снимок лейтенанта Чарльза Леви (англ. Charles Levy; 1918–1997) – бомбардира «Великого артиста». Источник: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Atomic_bombing_of_Japan.jpg (дата обращения: 12.08.2023)

Из этого столба дыма образовался огромный клубящийся гриб серого дыма, светящийся красным, вспыхивающим пламенем, который достигал высоты 40000 футов менее чем за 8 минут. Внизу сквозь облака мы могли видеть пелену черного дыма с огненными кольцами, закрывавшую то, что когда-то было промышленным районом Нагасаки».

«Бокскар» дотянул до Окинавы, правда, уже с сухими баками. Горючего не хватило, чтобы отвести самолет с посадочной дорожки в сторону. Вскоре сели самолет Бока («Великий артист») и второй наблюдательный самолет («Большая вонь»); все три самолета прибыли на базу в Тиниане к 23:39 [20].

Торжественной встречи майору Суини организовано не было. Ее заменили разбором полета, похожим на трибунал. В конце разбора генерал Кертис Лемей (англ. Curtis Emerson LeMay; 1906–1990), командовавший воздушными операциями против Японии, посмотрел



Рисунок 12 – Облако ядерного взрыва в Нагасаки с расстояния в 9,6 км с острова Коягидзима (Koyagi-jima), 09.08.1945 г. Источник фотографии: <https://www.buzzfeednews.com/article/gabrielsanchez/the-devastating-and-apocalyptic-aftermath-of-a-nuclear> (дата обращения: 12.08.2023)

в глаза Суини и произнес: «Выходит, ты облажался, Чак?». Но позже его все же сделали национальным героем и генералом. Он, как и Тиббетс, прожил долгую жизнь без моральных переживаний [12].

Вступление Советского Союза в войну 8 августа укрепило решимость императора Японии и руководителей верхушки в правительстве принять условия Потсдамской декларации, как единственного пути к окончанию войны. В 10:30 9 августа, за полчаса до взрыва «Толстяка» над Нагасаки, в императорском дворце в Токио открылось совещание Высшего совета по руководству войной. Выступавшие сошлись на том, чтобы принять Потсдамскую декларацию, однако единогласия мнения относительно того, какими условиями оговорить ее принятие, не было. Раскол в правительстве удалось преодолеть к 14 августа. В полдень 15 августа по радио выступил император. Он сообщил о принятии условий Потсдамской декларации и о своем решении прекратить войну, чтобы установить вечный мир [23].

Капитуляция Японии зафиксирована 2 сентября 1945 г. актом, подписанным на борту линкора «Миссури». От имени Советского Союза его подписал генерал-лейтенант К.Н. Деревянко (1904–1954)⁴³. 4 сентября император подписал «Указ о прекращении войны». Почему такая формулировка – «прекращение»?

⁴³ К.Н. Деревянко несколько раз посетил Хиросиму и Нагасаки, и составил детальный отчет увиденного. Вместе с альбомом фотографий он представил его в Генштаб, а затем лично И.В. Сталину при докладе 5 ок-

На японский язык слово «капитуляция» перевести нельзя – нет соответствующего иероглифа⁴⁴ [26].

3. Особенности поражающего действия ядерных взрывов на объекты инфраструктуры и население японских городов

Военный корреспондент У. Берчет, видевший разбомбленные города Европы, пришел к выводу, что Хиросима на них не похожа. Она напоминала город, по которому прошел дорожный каток чудовищных размеров, раздробивший и навсегда уничтоживший все, что там было [28].

Взрыв и первые часы после. В книге Такаси Нагаи, врача, выжившего в Нагасаки, есть записи таких наблюдений [29].

«...ему показалось, что он слышит странный звук. Посмотрев вверх, он увидел огромный огненный шар над кварталом Мацуяма примерно на высоте горы Инаса⁴⁵. Шар излучал красный свет, как при горении стронция в громадном фонаре, но свет был не таким ослепительным, чтобы на него невозможно было смотреть. Шар опускался все ниже, и свет приблизился к земле. «Что бы это могло быть?» – подумал Фуруэ. Он приложил руку козырьком над очками и сощурил левый глаз, чтобы лучше рассмотреть, но тут все озарила ослепительная вспышка, напоминавшая взрыв магния, и Фуруэ подбросило вверх. Много часов позже, придя в сознание, он понял, что лежит на рисовом поле, придавленный велосипедом. Фуруэ полностью ослеп на правый глаз».

«Он обернулся к окну, и его взгляд застыл: ослепительная вспышка озарила подножие горы и голубое небо над гаванью Нагасаки. Полуденное солнце в разгар лета, казалось, потемнело по сравнению с тем, каким было мгновением раньше. Свет от вспышки был, безусловно, во много раз ярче солнца. ...Странное и пугающее зрелище предстало перед его взором. «Смотрите! Смотрите!» – крикнул он.В небе над районом Ураками в Нагасаки висело нечто похожее на белое движущееся облако, которое на глазах росло. «Что это? Что это?» – в страхе закричали все, когда облако превратилось в огромный гриб диаметром в километр. А затем ударил порыв ветра невиданной силы ...».

тября 1945 г. По возвращению из Японии его здоровье серьезно ухудшилось и 30 декабря 1954 г. он скончался от рака.

⁴⁴ Хронологически капитуляция последовала за ядерными взрывами и вступлением СССР в войну так быстро, что эти события могут показаться решающими факторами поражения Японии. На самом деле некоторые японские лидеры давно осознали неизбежность победы союзников и с ранней весны искали способ положить конец войне. Ядерные удары по японским городам на этом фоне были бессмысленными, если не рассматривать их как испытание нового оружия. Рассмотрение дипломатического аспекта окончания Второй мировой войны не является целью данной публикации. Более подробно см. в работах О. Стоуна, П. Кузника [25] и А.А. Кошкина [27].

⁴⁵ В действительности, ее высота над уровнем моря 333 м.

⁴⁶ Bernard V. Life after the atomic bomb: Testimonies of Hiroshima and Nagasaki survivors. Review. 2016. August 9. Interviews. <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/2016/08/09/hiroshima-nagasaki-atomic-bomb-survivors/> (дата обращения: 06.08.2023).

«Среди мусора, разбросанного по дорогам, было много трупов. Лица, руки и ноги мертвых распухли, из-за чего они были похожи на черных резиновых кукол. Когда мы наступали ботинками на тела, кожа сходила, как с перезрелого персика, обнажая белый жир под ним. В реке также плавало много трупов. Наше внимание привлекла мертвая молодая женщина лет 18–19, от которой сзади тянулся длинный белый пояс. Подойдя поближе, мы увидели, что этот белый пояс на самом деле был ее кишечником, который торчал сбоку живота. Почувствовав тошноту, мы отвели глаза и поспешили в сторону работы отца⁴⁶».

Никто в этих городах не слышал взрыва бомбы, в памяти выживших отложились вспышка и давление ударной волны. Только на большом расстоянии от взрыва, в десятках километров, нашлись свидетели, слышавшие последовавшие за вспышкой мощные раскаты грома [31].

Сравнение инфраструктурных разрушений. Поскольку взрывы происходили высоко в воздухе, большая часть повреждений была вызвана нисходящим давлением. Это давление больше всего повлияло на плоские крыши японских домов. Некоторые телеграфные и другие столбы непосредственно под взрывом остались в вертикальном положении, в то время как те, которые находились на большем расстоянии от центра повреждения, в большей степени подвергались горизонтальному удару волн давления взрыва, были опрокинуты или наклонены. Деревья под взрывом остались стоять вертикально, но их ветви были сломаны вниз [30] (рисунок 13).

Поначалу даже для подготовленных наблюдателей, посетивших эти два японских города, не было очевидным, какая из двух бомб сработала наиболее эффективно. Центральные части городов были почти полностью разрушены взрывами. Единственными уцелевшими объектами оказались каркасы небольшого количества прочных железобетонных зданий, не разрушенных взрывом; большая часть этих зданий сильно пострадала от внутренних пожаров, у них были выбиты окна, двери и пере-



Рисунок 13 – Разрушенное нисходящим давлением бетонное здание в Хиросиме. Источник фотографии: <https://bigpicture.ru/jarche-tysjachi-solnc-20-strashnyh-kadrov-v-pamjat-o-jadernom-vzryve-v-hirosime/> (дата обращения: 14.08.2023)

городки; потери среди людей в таких зданиях вблизи эпицентра взрыва составили почти 100 %. Однако когда наблюдатели начали замечать детали, обнаружили поразительные различия. Деревья были повалены в обоих городах, но большие деревья, упавшие в Хиросиме, были вырваны с корнем, а деревья в Нагасаки были фактически сломаны. Несколько железобетонных зданий были разрушены в центре Хиросимы, но в Нагасаки такие же тяжелые повреждения зданий можно было обнаружить в 700 м от эпицентра. При изучении объектов, по которым можно установить определенные признаки давления взрыва, таких как раздавленные консервные банки, выпуклые металлические пластины, погнутые или сломанные столбы и тому подобное, вскоре стало очевидно, что «Толстяк» намного более эффективен, чем «Малыш» [30].

В Хиросиме почти все примерно до одной мили (1,6 км) от эпицентра взрыва было полностью разрушено, за исключением небольшого количества (около 50) железобетонных зданий, большинство из которых спроектированы, как антисейсмические. У этих зданий были полностью выпотрошены интерьеры, вырваны все окна, двери, створки и рамы, находящиеся в них люди погибли, но сами они устояли. В Нагасаки последствия воздействия ударной волны были снижены холмистым рельефом местности, но и там почти все в радиусе 800 м от эпицентра взрыва было разрушено, включая тяжелые конструкции. Все японские дома были разрушены в пределах 2,5 км от эпицентра взрыва (рисунки 14, 15 и 16).



Рисунок 14 – Вид Хиросимы осенью 1945 г. Полное разрушение городских кварталов. Рельеф местности плоский. На фотографии виден гипоцентр (центральная точка очага взрыва) – примерно над Y-образным перекрестком в центре слева. Выше точка прицеливания – T-образный мост Аёй. Источник фотографии: <https://bigpicture.ru/jarche-tysjachi-solnc-20-strashnyh-kadrov-v-pamjat-o-jadernom-vzryve-v-hirosime/> (дата обращения: 13.09.2023)

В Хиросиме на 1300 м от эпицентра были полностью снесены многоэтажные кирпичные здания. В Нагасаки аналогичные здания были разрушены на расстоянии 1600 м. В Хиросиме черепица вздулась (расплавилась) из-за вспышки тепла на расстоянии до 1200 м от эпицентра; в Нагасаки тот же эффект наблюдался



Рисунок 15 – Нагасаки через два месяца после взрыва «Толстяка». Хорошо виден холмистый рельеф местности. Источник фотографии: <https://bigpicture.ru/jarche-tysjachi-solnc-20-strashnyh-kadrov-v-pamjat-o-jadernom-vzryve-v-hirosime/> (дата обращения: 13.09.2023)



Рисунок 16 – Нагасаки до и после ядерного взрыва. Пустыня из пепла и щебня (US National Archives). Источник фотографии: <https://consortiumnews.com/2020/08/03/atomic-bombings-at-75-trumans-human-sacrifice-to-subdue-moscow/> (дата обращения: 13.09.2023)

до 2 км [30]. Температура плавления черепицы 1200 °С. Вполне вероятно, что в эпицентре взрыва температура предметов составила не менее 8000 °С [31].
Хотя взрыв в той или иной степени повредил многие мосты, в целом повреждения мостов были незначительными по сравнению с повреждениями, нанесенными зданиям. Ущерб варьировался от только поврежденных перил

до полного разрушения надстройки. Некоторые мосты были разрушены, а пролеты были сброшены с опор в русло реки под действием силы взрыва. Другие, особенно мосты со стальными балками, сильно погнулись под давлением взрывной волны. Автомобильные дороги, железнодорожное и трамвайное полотно в результате воздушного взрыва практически не пострадали. Высота взрыва бомбы, вероятно, объясняет отсутствие прямых повреждений железных и автомобильных дорог [30].
Подземный толчок в обоих городах был легким. По водопроводным трубам по-прежнему текла вода, а те места, где были видны утечки, в основном находились над землей. Практически все повреждения подземных коммуникаций были вызваны обрушением зданий, а не прямым воздействием давления взрыва. Этот факт, конечно, был вызван тем, что бомбы были взорваны высоко в воздухе [30].
Ущерб от пожара в обоих городах был огромным, но в Хиросиме он оказался более разрушительным, чем в Нагасаки. Пожар в Хиросиме вызвал сильный ветер, когда воздух втянулся в густонаселенный центр горящего плоского района, создав «огненный шторм», начавшийся примерно через 20 мин после ядерного взрыва. Скорость ветра в городе до бомбежки была менее 8 км/ч, но огненный ветер достиг скорости 40–60 км/ч и оставался на таком уровне в течение 2–3 ч после взрыва. Затем, примерно через 6 ч, эта скорость уменьшилась до величины, соответствующей слабому ветру. Сильные ветры, направленные к центру, ограничили распространение огня, но значительно увеличили ущерб от пожара в пределах периметра и привели к гибели многих людей, которые в ином случае могли

Таблица 1 – Потери среди гражданского населения Хиросимы и Нагасаки [16]

Радиус зоны, км	Население	Плотность, чел./км ²	Убитые	Пораженные несмертельно
Хиросима, район поражения ~24 км ²				
0–0,96	31200	10000	26700	3600
0,96–2,58	144800	8410	39600	53000
2,58–4,94	80300	1360	1700	20000
Всего	256300	3260	68000	76000
Коэффициент потерь равен 261000*				
Нагасаки, район поражения ~18 км ²				
0–0,96	30900	9885	27200	1900
0,96–2,58	27706	1705	9500	8100
2,58–4,94	115200	1975	1300	11000
Всего	173806	2210	38000	21000
Коэффициент потерь равен 195000*				
* Коэффициент потерь определялся соответственно плотности населения 1 человек на 94 м ² . При обычном взрыве считается равным 40.				

бы спастись. Нагасаки пожары нанесли очень серьезный ущерб, но «огненный шторм» не охватил город. Величина общей площади сильно пострадавшей от огня в Хиросиме (около 11,4 км²) была примерно в четыре раза больше, чем в Нагасаки. Количество построек, оказавшихся в зоне огня в длинной узкой ложине, проходящей через Нагасаки, оказалось недостаточным для возникновения огненного шторма [16].

Человеческие потери. Из 24158 военных, находившихся на момент взрыва в Хиросиме, убиты или пропали без вести 6769 [20]. Погибли мэр города, президент центрального округа Японии, комендант города, много высокопоставленных офицеров, а также наследный принц Кореи Ли У, служивший в японской армии [30]. Количество жертв среди гражданского населения обоих городов приведено в таблице 1.

В Хиросиме и в Нагасаки основное количество погибших зарегистрировано в первые две недели после ядерных взрывов. Более 90 % случаев гибели людей были мгновенными⁴⁷. Высокий уровень летальных исходов отчасти объясняется временным крахом всех спасательных служб. Из 298 врачей в Хиросиме погибли 270, из 1780 медсестер – 1645; 42 из 45 больниц были уничтожены или приведены в негодность. Медицинскую помощь оказывать было некому и негде [20].

Поражения людей при ядерном взрыве⁴⁸. В пределах 2,5 км от эпицентра у людей наблюдались все три вида поражений: ранения от действия ударной волны, ожоги и лучевая болезнь. На расстоянии до 3,5 км – только ранения и ожоги. За пределами этого радиуса – только ранения [32].

Поражения ударной волной. Механические повреждения ударной волной, летящими обломками и в результате обвалов зданий наблюдались у 82,8 % лиц в Хиросиме и 71,6 % в Нагасаки из числа находившихся на расстоянии <5 км от центра взрыва [33]. Значительное количество людей погибли в результате прямого повреждения внутренних органов ударной волной. В радиусе до одного километра от эпицентра находили трупы людей с оторванными головами, вырванными глазами, с разорванными животами и вывалившимися внутренностями. Гораздо больше людей погибли из-за косвенного действия ударной волны (летящие

с огромной скоростью обломки зданий и куски стекла, ветки деревьев и др.). В Хиросиме ранения стеклом имели место в радиусе 10 км от эпицентра взрыва. На расстоянии 4,5–5 км на каждые 100 человек приходилось 13–14 раненных, на расстоянии 2 км почти половина людей получила ранения в результате косвенного действия ударной волны, ближе непострадавших почти не было. Повреждения, причиненные летящими предметами и обломками разрушающихся зданий, составили 70–80 % всех травм [32].

Световое излучение. Среди людей, получивших тяжелые поражения при взрыве ядерной бомбы и выживших, подавляющее большинство имели ожоги. В Хиросиме на удалении 0,5 км от эпицентра – в живых не осталось ни одного человека, оказавшегося вне помещения, в момент взрыва. Они погибли мгновенно, так как у них были сожжены не только кожа, но мышечные ткани, внутренние органы и кости. Люди за долю секунды превратились в комки дымящейся черной плоти. В районе эпицентра находили обуглившиеся трупы людей в вертикальном положении или в тех позах, в которых их застала вспышка; и их тени [32] (рисунок 17).

Выжившие выглядели ужасно. Очевидец описывает их так:

«...у них не было лиц! Их глаза, носы и рты выгорели, и казалось, что уши у них расплавились. Было трудно понять, где у них лицо, а где затылок». Другой очевидец: «У моста было множество мертвых. Там были те, кто умер, обгорев дочерна, и другие мертвые, с огромными ожогами и полупавшей кожей, и те, кто умер, потому что они были все истыканы осколками стекла. Были всякие. Иногда кто-нибудь подходил к нам и просил попить воды. Из их лиц и ртов шла кровь, и в их телах торчали куски стекла» [цит. по 8].

Доктор Т. Нагаи (1908–1951) [29], выживший после ядерного удара по Нагасаки, описывает ожоги, которых он ранее в своей практике не встречал. Он их назвал «атомными ожогами». Они были у людей, находившихся до одного километра от эпицентра. Поврежденная кожа отслаивалась от подкожной клетчатки либо самостоятельно, либо при прикосновении. Кожа отрывалась длинными полосками шириной около сантиметра. Эти полосы разрывались в центре или на концах и сжимались, слегка

⁴⁷ Nishimori I. Pathological Effects. Nagasaki University. 1995. 29 June. https://www.genken.nagasaki-u.ac.jp/abcenter/nishimori/index_e.html (дата обращения: 06.08.2023).

⁴⁸ Более подробно см. Действие атомной бомбы в Японии: Отчет медицинской комиссии по изучению пострадавших от атомных взрывов в Хиросиме и Нагасаки / Под ред. Э. Отерсона и Ш. Уоррена; Пер. с англ. С.А. Симкиной; Под ред. действ. чл. АМН СССР проф. А.В. Лебединского. М.: 1960. 418 с., 4 л. ил.: ил., карт. (http://elibrary.biblioatom.ru/text/deystvie-atomnoy-bomby-v-yaponii_1960/go,0/).

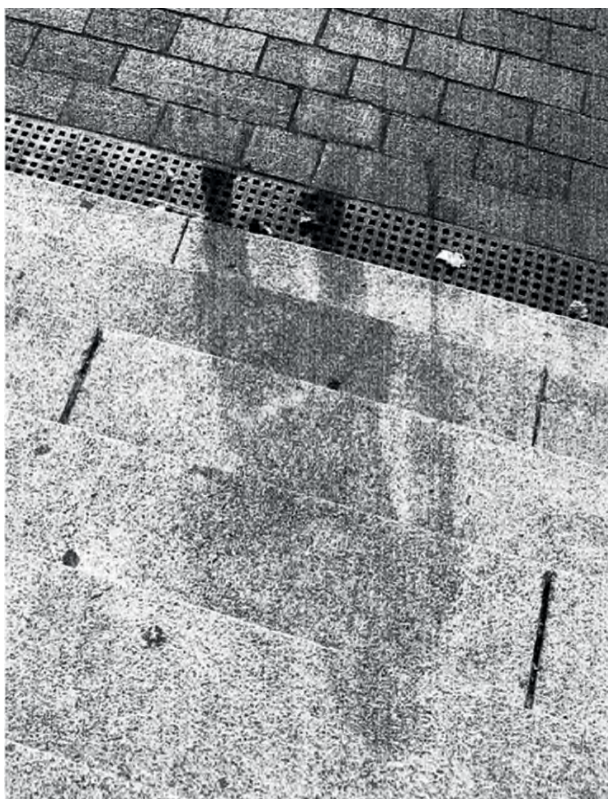


Рисунок 17 – Тень человека на ступенях банка Сумитомо в Хиросиме. Явление аналогично появлению обычной тени: на пути излучения оказывается некий предмет, который заслоняет от излучения область поверхности за ним. Люди обугливались и затем их тела отбрасывались ударной волной, следовавшей за световой. На асфальте или граните оставались невыжженные участки в виде тени. На улицах Хиросимы было много таких человеческих «отпечатков». Только на мосту Айой, находившегося в 100 м от эпицентра взрыва «Толстяка», осталось 9 теней от людей. Источник фотографии: <https://www.buzzfeednews.com/article/gabrielsanchez/the-devastating-and-apocalyptic-aftermath-of-a-nuclear> (дата обращения: 11.08.2023)

скручиваясь внутрь наподобие серпантина. Цвет такой кожи становился фиолетово-коричневым. Под отслоившейся кожей образовывалось небольшое внутреннее кровотечение. В момент повреждения (световая вспышка) человек испытывал не чувство сильного ожога, а кратковременную острую боль, за которой следовало ощущение холода, сменяющееся невыносимой болью. Отделившаяся кожа была очень хрупкой и легко отваливалась. Т. Нагаи объяснил эффект отслоения кожи после ожога от световой вспышки последующим действием отрицательной фазы ударной волны – повре-

жденная кожа человека, оказавшегося в зоне отрицательного давления, отрывается от подкожной клетчатки. Большинство из тех, кто получил такие ожоги, умерли почти сразу. На расстоянии от одного километра до трех километров от эпицентра взрыва, повреждения кожи были такими же, как и при обычных ожогах (рисунок 18).

Спустя примерно месяц после взрыва у людей, получивших ожоги от воздействия световой вспышки, стали появляться первые келоиды – плотная рубцовая ткань с неровной блестящей поверхностью на месте ожога. Эта ткань была четко отграничена от окружающей кожи, на которой она поднималась в виде крутого бугра. Примерно через полтора года келоид переставал расти и медленно затвердевал, в конечном итоге образуя необратимые следы на теле⁴⁹.

Келоиды чаще всего возникали на тех участках кожи, куда отвесно падали лучи световой вспышки, и где отмечались наиболее тяжелые ожоги (рисунок 19).

Частота появления келоидов у обожженных световой вспышкой резко увеличилась и через 60–90 суток после взрыва достигла максимума. Даже спустя 5 месяцев после взрыва келоиды продолжали образовываться у пострадавших от светового излучения ядерного взрыва. Во многих случаях келоиды сопровождалась зудом и ощущением нестерпимой боли при любом движении. Со временем эти симптомы ослабевали, но не исчезали полностью. Если человек расчесывал зудящий рубец, то через некоторое время образовывалась язва с возмож-



Рисунок 18 – Мужчина с ожогами всего тела. На правом плече кожа отсутствует. Ожог получен в Хиросиме в пределах одного километра от эпицентра взрыва «Малыша». Источник фотографии: <https://www.buzzfeednews.com/article/gabrielsanchez/the-devastating-and-apocalyptic-aftermath-of-a-nuclear> (дата обращения: 11.08.2023)

⁴⁹ Nishimori I. Pathological Effects. Nagasaki University. 1995. 29 June. https://www.genken.nagasaki-uy.ac.jp/abcenter/nishimori/index_e.html (дата обращения: 06.08.2023).



Рисунок 19 – Келоиды у пораженного световой вспышкой жителя Хиросимы. Толщина келоида обычно не превышала 3–8 мм, в отдельных случаях она достигала 1 см. Их поверхность была весьма неровной, «похожей на панцирь ноги краба». Келоиды были окрашены в красно-фиолетовый, коричневый или какой-то средний между ними цвет. Со временем цвет менялся на желтый или коричневый [32]. Источник фотографии: <https://www.buzzfeednews.com/article/gabrielsanchez/the-devastating-and-apocalyptic-aftermath-of-a-nuclear> (дата обращения: 22.07.2023)

ностью и алигнизацией. Причины образования келоидов остались не выясненными, связи с лучевой болезнью не нашли. После удаления келоида хирургическим путем, на послеоперационном шраме возникал новый келоид, еще более обширный. Даже когда для пластики келоида на лице брали лоскут кожи с бедра, келоид образовывался вновь на том же месте, где был⁵⁰ [32].

Лучевая болезнь. Доктор Нагаи также [29] описал свои наблюдения за состоянием людей, у которых развилась лучевая болезнь, он заболел сам и умер от лейкоза⁵¹. Во время ядерного взрыва Нагаи находился в университет-

ской клинике в 700 м от эпицентра и получил серьезную травму при обрушении здания – разрыв правой височной артерии.

Первые признаки острой лучевой болезни у уцелевших жителей появились через несколько часов после взрыва: апатия, чувство слабости, спутанность сознания, тошнота, рвота и слабость, уменьшение объема выделяемой мочи, кровь в моче, снижение слюноотделения и почти полное прекращение потоотделения. Люди лежали в убежищах и на улицах, не способные пошевелиться, их было трудно отличить от мертвых. Тошнота достигала максимума через 24 ч, затем постепенно уменьшалась, но могла продолжаться до 2 недель.

Некоторые люди, которых обнаружили под завалами домов в пределах одного километра от эпицентра взрыва, были сначала счастливы, что выжили и остались, как им тогда казалось, невредимыми. Но примерно через трое суток после взрыва у них вокруг рта стали появляться гнойничковые пузырьки размером с фасоль, а на следующий день начинался стоматит, сопровождавшийся сильной болью. Потом появлялась боль при жевании и глотании пищи и даже при питье воды. Поднималась температура, они теряли аппетит. Затем начинались боли в животе и диарея – симптомы воспаления кишечника. Сначала стул был жидким, но через некоторое время в нем появилась слизь, а позже он становился слизисто-кровявым. Температура тела поднималась до 40 °С, отдельные случаи были ошибочно диагностированы как дизентерия. Люди ослабевали и умирали в течение недели или десяти суток.

На второй неделе после взрыва у некоторых облученных жителей Нагасаки начинались внезапные кровотечения, рвота кровью, кровавый понос и повторные кровотечения из ранее затянувшихся ран, приводящие их к смерти. Вероятно, это было связано с тем, что функции тромбоцитов были необратимо нарушены.

На четвертой неделе стали умирать люди, вроде бы уже чувствующие себя хорошо. Это привело всех в состояние острого страха и паники. Многие жители, дома которых находились на расстоянии до одного километра от эпицентра взрыва, сначала отмечали усталость, общее недомогание, затем их кожа становилась бледной. Потом температура поднималась выше 40 °С и некоторое время оставалась на этом уровне. Затем проявлялся стоматит с

⁵⁰ Возможно, что повторное образование келоидной ткани вызвано изменением генетической программы мезенхимальных стволовых клеток.

⁵¹ Каноническое описание лучевой болезни с разбивкой по стадиям, с графиками, цветными таблицами, результатами различных исследований, можно найти в других источниках, но вряд ли они пригодятся в случае реальной ядерной войны.

язвами на деснах, что приводило к гибели слизистой десен. Люди не могли ни есть, ни пить из-за поражения слизистой гортани и язвенного тонзиллита. Потом на коже высыпали пурпурно-красные пятна, сначала на туловище и на плечах, а затем и на бедрах. Их размер увеличивался от булавочной головки до рисового зерна, затем до боба, и в конце концов они достигали размера с монету. Никто из пациентов не чувствовал ни боли, ни зуда. Наконец, количество лейкоцитов в крови значительно уменьшалось, и тех, у кого этот показатель падал ниже двух тысяч, редко получалось спасти. Болезнь развивалась стремительно, и люди умирали примерно через девять суток после появления первых симптомов.

Вопреки утверждениям, что воздушный ядерный взрыв не создает опасное заражение местности, в Ураками она была заражена. Некоторые люди страдали от диареи даже после того, как находились в Ураками не более пары часов, например, если просто проходили по этой территории в течение первых десяти дней после взрыва бомбы.

Состояние тех, кто в первую неделю после взрыва касался пепла, собирал пригодные для строительства материалы обрушившихся домов, например черепицу, а также тех, кто доставал из-под обломков и хоронил тела погибших, было очень плохим. Их симптомы напоминали симптомы, вызванные большими дозами облучения во время взрыва. Без сомнения, эти симптомы возникли под влиянием значительной дозы радиации.

Люди, которые переехали в этот район через месяц после взрыва, чувствовали себя немного лучше. Тем не менее, и у них отмечалось поражение органов пищеварения. Гнойничковые высыпания на коже появлялись даже от укусов комаров, блох или после любых мелких травм. Количество лейкоцитов в крови уменьшалось.

Через три месяца после взрыва у местных жителей уже не возникало никаких новых симптомов.

Пурпурные пятна. Симптомы первичной лучевой болезни со временем исчезли. Но для хибакүся – так в Японии называют людей, подвергшиеся воздействию атомных взрывов, еще ничего не кончилось. К 1950 г. у многих из них появились на коже пурпурные пятна –

крошечные поверхностные кровоизлияния, симптомы лейкемии. Их появление означало смерть в течение нескольких месяцев. Доктор Т. Нагаи умер от лейкемии в 1951 г.

Психологический слом населения. Даже самые страшные из всех предыдущих бомбардировок Германии и Японии, такие как «ковровые бомбардировки» Гамбурга 25 июля–3 августа 1943 г. и Токио 10 марта 1945 г., не были сравнимы с парализующим действием ядерных бомб в Хиросиме, и в Нагасаки. Помимо огромного количества людей, которые были убиты или ранены, из обоих городов сразу после атомных взрывов произошло паническое бегство населения. Никаких значительных работ по реконструкции или ремонту не проводилось из-за медленного возвращения населения. Паралич управления был поразительным. Даже расчистка обломков и сожжение множества застрявших в них тел не были организованы должным образом через несколько недель после бомбардировок [30].

Природа. Тех кто не был в Хиросиме месяц после взрыва, поражали перемены с растительностью. Над обломками, среди битой черепицы и кирпича, на обугленных стволах деревьев, на фундаментах разрушенных домов, везде пробивалась сочная ярко-зеленая растительность. Атомный взрыв не только не повредил корни растений, но и стимулировал их рост. Повсюду бурно росли васильки, алоэ, лебеда, портулак, репей, кунжут, мятник и пижма. В эпицентре взрыва особенно разрослась сenna, она тянулась вверх даже там, где ее никогда не было, – среди кирпичей и сквозь трещины в асфальте.

Обсуждение результатов

Благодаря приведенной в статье информации читатель увидел, что происходит при ядерном взрыве и свою судьбу, если такое случится. Для этого в статье приведены подробные описания ядерных взрывов и их последствий, сделанных как теми, кто применял ядерное оружие, так и теми, против кого его применяли. Но необходимо особо обратить внимание на один современный миф – возможность применения тактического ядерного оружия без больших потерь и риска втянуться в глобальную ядерную войну⁵². Бомбы «Толстяк» и «Малыш», созданные в США в рамках «проекта Ман-

⁵² Условия, при которых Российская Федерация применит ядерное оружие, определены в «Основах государственной политики в области ядерного сдерживания», утвержденных Президентом Российской Федерации (Указ № 355 от 02.06.2020). Их четыре:

поступление достоверной информации о старте баллистических ракет, атакующих территорию России и (или) ее союзников;
применение противником по территории страны и ее союзников ядерного или иного оружия массового поражения;
воздействие противника на критически важные государственные и военные объекты РФ, вывод из строя которых приведет к срыву ответных действий ядерных сил;

хэттен», по современной классификации НАТО относятся к тактическому ядерному оружию, предназначенному для поражения объектов в тактической глубине развертывания войск противника (до 300 км) с целью выполнения тактической задачи. Будучи несовершенными по конструкции и неэффективными по использованию делящегося вещества, они показали ошеломляющую даже для настоящего времени мощь, уничтожили два густонаселенного города и не менее 106 тыс. человек. Основная часть людей, выживших после ядерных ударов, осталась без медицинской помощи и мучительно погибла в первые две недели. И нет никаких оснований считать, что сегодня будет иначе.

В натовском определении термина «тактическое ядерное оружие» мощность в тротиловом эквиваленте не указана, т.е. она зависит от тактической задачи. Максимальная мощность для тактического боеприпаса по стандартам НАТО – до 100 кт⁵³. Поэтому опасно впасть в иллюзию, что применение сверхмалых и малых тактических боеприпасов по ротным опорным пунктам или батальонным районам обороны не сдвинет планку в сторону 100 кт и гражданского населения. А затем не последует применение стратегического ядерного оружия в мегатонных эквивалентах.

Сейчас ситуация с ядерным оружием далека от той, что была в 1945 г. Мир перенасыщен ядерным и термоядерным оружием. Официально ядерных держав восемь (Россия, США, КНР, Соединенное Королевство, Франция, Индия, Пакистан, КНДР), неофициально – значительно больше. Без особых проблем ядерный боеприпас пушечного типа в 1980-х гг. создали и испытали в ЮАР. К ядерному оружию могут быстро подойти Германия, Япония, Иран, Украина, Бразилия, Саудовская Аравия. Применение ядерного оружия и его чудовищные последствия станут обыденностью при решении военных конфликтов.

Выводы:

- в мире появилась новая опасная тенденция - рассматривать тактическое ядерное оружие как средство решения затянувшихся локальных конфликтов;
- применение тактического ядерного оружия без эскалации его мощности, больших потерь среди населения и риска втянуться в глобальную ядерную войну – невозможно;
- чтобы избежать снижения порога ядерного сдерживания, Российской Федерации целесообразно напомнить тем, кто забыл, что она остается ядерной сверхдержавой.

агрессия с применением обычного вооружения, которая будет угрожать самому существованию российского государства.

(<http://www.kremlin.ru/acts/news/63447>; дата обращения: 10.09.2023).

⁵³ См. NRC Nuclear Experts NATO-RUSSIA Glossary of Nuclear terms and definitions. Document NRC(NUCL)D(2007)0001/. Document NRC(NUCL)D(2007)0001/ Источник. nato.int/docu/glossary/eng-nuclear/eng_glos.pdf (дата обращения: 08.08.2023).

Список источников/References

1. Гладких ВД, Баландин НВ, Башарин ВА. И др. *Состояние и перспективы развития средств профилактики и лечения радиационных поражений*. М.; 2017.
Gladkih VD, Balandin NV, Basharin VA. et al. *Status and prospects for the development of means for the prevention and treatment of radiation injuries*. Moscow: 2017 (in Russian).
2. Fetter S, von Hippel F. The hazard posed by depleted uranium munitions. *Science and Global Security*. 1999;8(2):125–61.
3. Бекман ИН. *Плутоний*. М.; 2010.
Bekman IN. *Plutonium*. Moscow: 2010 (in Russian).
4. Бекман ИН. *Уран*. М.; 2009.
Bekman IN. *Uranus*. Moscow: 2009 (in Russian).
5. Любомудров АА. *Теоретические основы устройства ядерного оружия*. М: 2021.
Ljubomudrov AA. *Theoretical Foundations of the Design of Nuclear Weapons*. Moscow: 2021 (in Russian).
6. Sublette C. *The Nuclear Weapon Archive*. 2001.
Available from: <https://nuclearweaponarchive.org/> (дата обращения: 10.08.2023)
7. Jungk R. *Brighter than a Thousand Suns: A Personal History of the Atomic Scientists*. Houghton Mifflin Harcourt, 1958.
8. Rhodes R. *The Making of Atomic Bomb*. N.Y.: Rhodes and Rhodes Inc.; 2012.
9. Jones VC. *Manhattan: The Army and the Atomic bomb*. Center of Military History United States Army, Washington, D.C.; 1985.

10. Coster-Mullen J. *Atom Bombs. The Top Secret Inside Story of Little Boy and Fat Man*. John Coster-Mullen; 2002.
11. Гровс Л. *Теперь об этом можно рассказать*. М.; 1964.
Groves LR. *Now It Can Be Told. The story of Manhattan project*. Moscow. 1964 (in Russian).
12. Wallace Ch, Weiss M. *Countdown 1945. The Extraordinary Story of the Atomic Bomb and the 116 Days That Changed the World*. N.Y.: Avid Reader Press; 2020.
13. Андрюшин ИА, Чернышёв АК, Юдин ЮА. *Укрощение ядра*. Саров. 2003.
Andrjushin IA., Chernyshjov AK, Judin Ju A. *Taming the core*. Sarov. 2003 (in Russian).
14. Горобец БС. *Ядерный реванш Советского Союза*. Кн. 1. *Об истории атомного проекта СССР*. М.; 2021.
Gorobec BS. *Nuclear revenge of the Soviet Union*. Book 1. *About the history of the USSR atomic project*. Moscow. 2021 (in Russian).
15. Malik J. *The Yields of the Hiroshima and Nagasaki Explosions*. LANL. Report number LA-8819. Retrieved 06.11.2013.
16. *The Effects of Nuclear Weapon*. Revised edition. U.S. Atomic Energy Commission. April. 1962.
17. Архипов М, Гиренко В. *Световое излучение. Атомная энергия и флот*. Сборник. Черноу́ско ЛД. (ред.). М.; 1959. С. 29–44.
Arhipov M, Girenko V. *Light radiation. Atomic energy and fleet*. Symposium. Chernousko LD. (Ed.) Moscow. 1959. P. 29–44 (in Russian).
18. Иванов АИ, Рыбкин ГИ. *Поражающее действие ядерного взрыва*. М.; 1960.
Ivanov AI, Rybkin GI. *The damaging effect of a nuclear explosion*. Moscow; 1960 (in Russian).
19. Рябчук В. *Ударная волна. Атомная энергия и флот*. Сборник. Черноу́ско ЛД. (ред.). М.; 1959. С. 19–28.
Rjabchuk V. *Shock wave. Atomic energy and fleet*. Symposium. Chernousko LD. (Ed.). Moscow; 1959. P. 19–28 (in Russian).
20. *The Army Air Forces in World War II*. Craven WF, Cate JL. (Ed.). Princeton, New Jersey; 1952. V. 5. (<http://www.ibiblio.org/hyperwar/AAF/V/index.html>; дата обращения: 16.08.2023).
21. Судоплатов ПА. *Спецоперации. Лубянка и Кремль 1930–1950 годы*. М.; 1997.
Sudoplatov PA. *Special operations. Lubyanka and the Kremlin 1930–1950*. Moscow; 1997 (in Russian).
22. Смит ГД. *Атомная энергия для военных целей*. М.; 1945.
Smit GD. *Nuclear energy for military purposes*. Moscow; 1945 (in Russian).
23. Токусиро Х. *Япония в войне, 1941–1945 гг.* СПб; 2003.
Tokusiro H. *Japan at War, 1941–1945*. St. Petersburg; 2003 (in Russian).
24. Хори́коши Д, Оку́мия М, Кай́лин М. *Японская авиация во Второй мировой войне*. М.; 1998.
Horikoshi D, Okumija M, Kajlin M. *Japanese aviation in World War II*. Moscow; 1998 (in Russian).
25. Стоун О, Кузник П. *Нерассказанная история США*. М.; 2014.
Stone O, Kuznick P. *The Untold History of the United States*. Moscow; 2014 (in Russian).
26. Деревя́нко КН. И на Тихом океане... / В сб. *На земле, в небесах и на море*. М: 1987. С. 3–71.
Derevjanko KN. And on the Pacific Ocean... In: *On earth, in heaven and on the pier*. Moscow; 1987. P. 3–71 (in Russian).
27. Кошкин АА. *Японский козырь Сталина. От Цусимы до Хиросимы*. М.; 2012.
Koshkin AA. *Stalin's Japanese trump card. From Tsushima to Hiroshima*. Moscow; 2012. (in Russian)
28. Берчет У. *Вновь Хиросима*. М.; 1987.
Burchette W. *Hiroshima Maintenant*. Moscow; 1987 (in Russian).
29. Нагаи Т. *Колокол Нагасаки*. М.; 2022.
Nagai T. *Bell of Nagasaki*. Moscow; 2022 (in Russian).
30. Groves LR. *The Atomic Bombings of Hiroshima and Nagasaki by The Manhattan Engineer District, June 29, 1946*. (https://www.atomicarchive.com/resources/documents/med/med_chp19.html; дата обращения: 12.08.2023).
31. Херси Дж. *Хиросима*. М.; 2020.
Hersey J. *Hiroshima*. Moscow; 2020 (in Russian).
32. Мацуда Х, Хаяси К. *Ядерное оружие и человек*. М.; 1959.
Macuda H, Hajasi K. *Nuclear weapons and people*. Moscow; 1959 (in Russian).
33. Ильин ЛА, Чазов ЕИ, Гуськова АК. *Опасность ядерной войны. Точка зрения советских ученых-медиков*. М.; 1982.
Il'in LA, Chazov EI, Gus'kova AK. *The danger of nuclear war. The point of view of Soviet medical scientists*. Moscow; 1982 (in Russian).

Вклад авторов / Authors Contribution:

Автор подтверждает соответствие своего авторства критериям ICMJE. Разработка концепции статьи; сбор, анализ и систематизация научной литературы; написание статьи / Author confirm that they meet the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) criteria for authorship. Elaboration of the concept of the paper; collection, analysis, and systematization of scientific literature; writing and edition of paper.

Информация о конфликте интересов / Conflict of interest statement

Автор заявляет, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов. Вся информация взята из открытой литературы, у автора никогда не было доступа к какой-либо секретной информации, относящейся к ядерному оружию или ядерным технологиям / The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest. All information is taken from open literature. The author has never obtained any access to any classified information related to nuclear weapons or nuclear technology.

Сведения о рецензировании / Peer review information

Статья прошла двустороннее анонимное «слепое» рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе / The article has been double-blind peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

Финансирование / Funding

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации / Branch Office of the Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation.

Об авторе / Author

Федеральное государственное бюджетное учреждение «27 Научный центр» Министерства обороны Российской Федерации. Российская Федерация, 111024, г. Москва, проезд Энтузиастов, д. 19.

Супотницкий Михаил Васильевич. Главный специалист, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Контактная информация автора: 27nc_l@mil.ru

Federal State Budgetary Establishment «27 Scientific Centre» of the Ministry of Defence of the Russian Federation. Entuziastov Passage, 19, Moscow 111024, Russian Federation.

Mikhail V. Supotnitskiy. Senior Researcher. Chief Specialist. Cand. Sci. (Biol.).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3193-1032>

Contact information for author: Mikhail Vasilievich Supotnitskiy, 27nc_l@mil.ru