



**המכללה למדינאות יהודית ולחשיבה אסטרטגית**

# **Ядерная угроза в практическом аспекте**

Йеошуа Сокол

*Кдумим 2007*

Эта брошюра посвящается памяти двух евреев:

**Яков Сокол** (1909-1990), мой дед, многому меня научивший, посвятил свою долгую жизнь техническому Прогрессу, который должен сделать Человечество счастливее. В годы Второй Мировой Войны, будучи на посту директора Челябинского Metallургического Завода, он принял активное участие в войне со Злом, угрожавшим Цивилизации.

**Идо Зольдан** (1978-2007), мой сосед с которым не довелось встретиться, посвятил свою короткую жизнь Земле Израиля. В дни завершения работы над этой брошюрой он был убит арабскими террористами в Самарии. Он пал в войне со Злом, которое сейчас угрожает Цивилизации.

**Центр Еврейской Государственности и Стратегического Планирования**

**The Jewish Statesmanship Center For Strategic Planning**

P.O.Box 2045 Kedumim 44856, Israel

Phone: +972-9-792 8875

Fax: +972-9-792 8876

[www.jcs1.org](http://www.jcs1.org)

“Гражданская оборона сама по себе... не предотвратит ядерной войны. Но она существенно уменьшит ее вероятность.”

*Эдвард Теллер, создатель водородной бомбы*

“Когда Гитлер бомбил Лондон в первый раз, потери вследствие паники превысили прямые потери в результате бомбовых попаданий. Когда же жители Лондона избавились от чрезмерного страха, жизнь в большой степени вновь вернулась в обычное русло. То же самое произойдет в случае террористической ядерной атаки.”

*Кресон Кирни, советник при правительстве США*

---

Ядерное оружие, являясь беспрецедентно быстродействующим и губительным, все-таки ограничено в своей силе. Общественные опасения по поводу последствий ядерной атаки или ядерной войны сильно преувеличены. Четкое осмысление этих последствий жизненно важно для правильного использования ресурсов и выживания нации.

# ОСНОВЫ

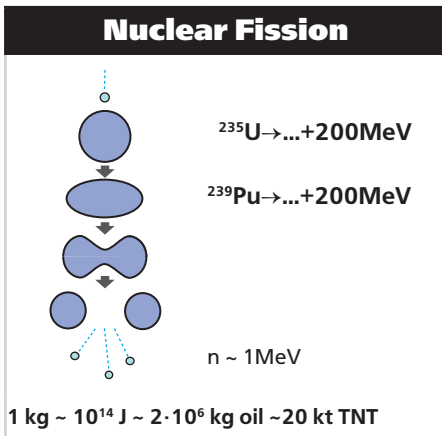
Ядерное оружие принято разделять на две группы: «атомные бомбы» и «водородные бомбы». Мощность этого оружия измеряется в килотоннах (1 кт = 1000 тонн стандартного взрывного вещества тротила [ТНТ], тротилвый эквивалент) или в мегатоннах (1 Мт = 1000 кт).

<b>Nuclear Warheads</b>	
<b>"Atomic"</b>	<b>1-20 Kton</b>
Hiroshima	~15 Kton
destruction range	~1 km
<b>"Hydrogen"</b>	<b>100-1000 Kton</b>
<i>H-bomb, fusion, thermo-nuclear</i>	
destruction range	~3-5 km

Мощность атомных бомб обычно составляет от 1 до 20 килотонн (1-20 кт). Например, мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму, составляла 15 кт. Радиус поражения атомной бомбы мощностью 20 кт достигает примерно 1 км. Мощность водородных бомб составляет

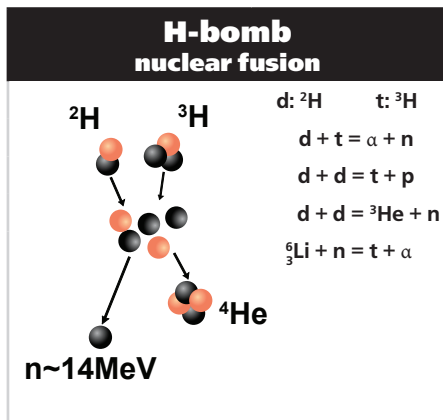
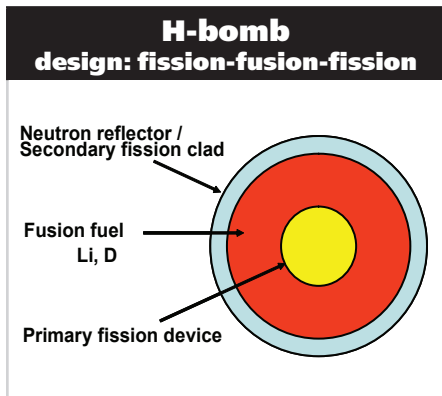
от 100 до 1000 килотонн (100-1000 кт). Радиус поражения водородной бомбы мощностью в 1 Мт (1 Мт = 1000 кт) достигает от 3 до 5 км. Более мощные бомбы (до 50 Мт) были созданы и испытаны, но признаны не эффективными и на вооружении ядерных держав в настоящее время не стоят. Радиус поражения бомбы в 1 Мт (1 Мт = 1000 кт) в 10 раз (а не в 1000, согласно распространенному заблуждению) превышает радиус поражения бомбы в 1 кт. Поражаемая площадь при этом в 100 раз больше, чем 1 кт.

Выделение энергии в атомной бомбе происходит в результате ядерной реакции деления плутония  $^{239}\text{Pu}$  или урана  $^{235}\text{U}$ . Один килограмм ядерной "взрывчатки" выделяет энергию, составляющую 20 кт в тротилом эквиваленте. Важно отметить, что цепной реакции не происходит, если количест-



во ядерной “взрывчатки” меньше определенной «критической массы» (5-50 кг – в зависимости от конфигураций).

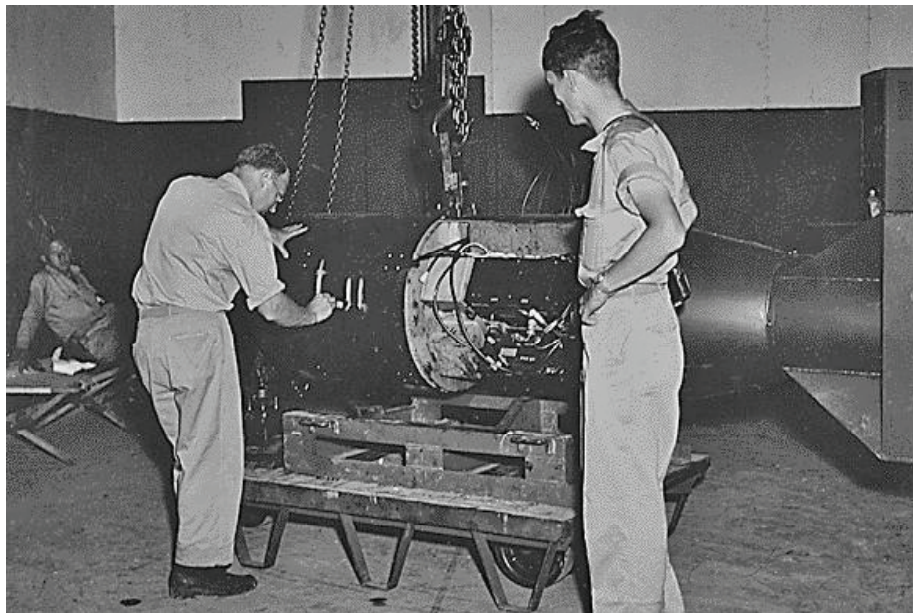
В водородной бомбе существенное количество энергии (около 50%) выделяется в результате ядерного синтеза. Реакция синтеза не является цепной реакцией и не требует



наличия критической массы. Но начинается она только при очень высоких температурах, достигаемых при помощи взрыва атомной бомбы.

Бомбы, сброшенные на Хиросиму (15 кт) и Нагасаки (21 кт) были относительно небольшими (несколько метров в длину и несколько тонн весом). Первые созданные водородные бомбы мощностью в несколько Мт достигали в длину 10 м, а их вес доходил до 15 т. Современные бомбы обладают намного меньшими габаритами и меньшей мощностью.

Уже в 1953-м году в США были проведены испытания атомной пушки Atomic Annie калибром 280 мм при весе снаряда 365 кг и заряде боеголовки в 15 кт (для сравнения: бомба той же мощности, сброшенная на Хиросиму, весила в 10 раз больше). Дальнейшее развитие позволило существенно уменьшить габариты ядерного оружия – появились снаряды калибра 155 мм (однако существенно меньшей мощности – 0.1-1 кт). Например, снаряд W48 (США) весил всего 58 кг. По официальным данным все ядерные снаряды ядерных держав к настоящему времени демонтированы. Это не означает, конечно, что их нет и никогда



1945: "Little Boy" (Хирросима)

Диаметр	710мм
Длина	3м
Вес	4000кг
Мощность	15кт



1953: "Atomic Annie"

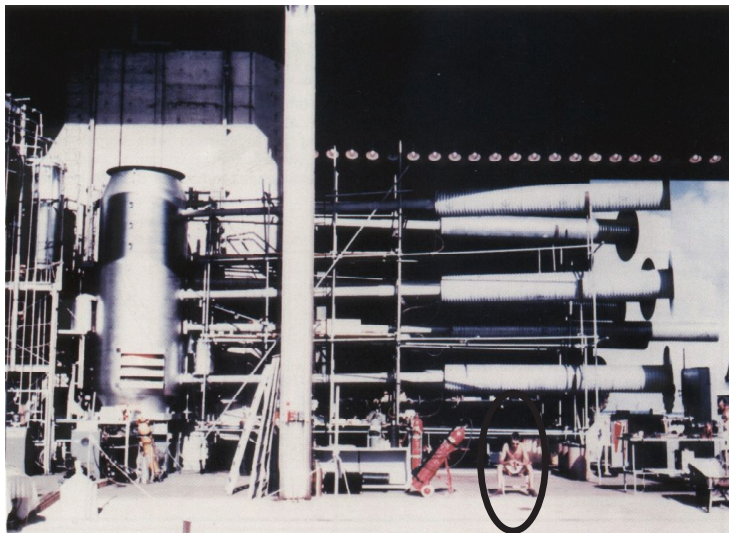
Диаметр	280мм
Длина	1.38м
Вес	365кг
Мощность	15кт



1963: W48

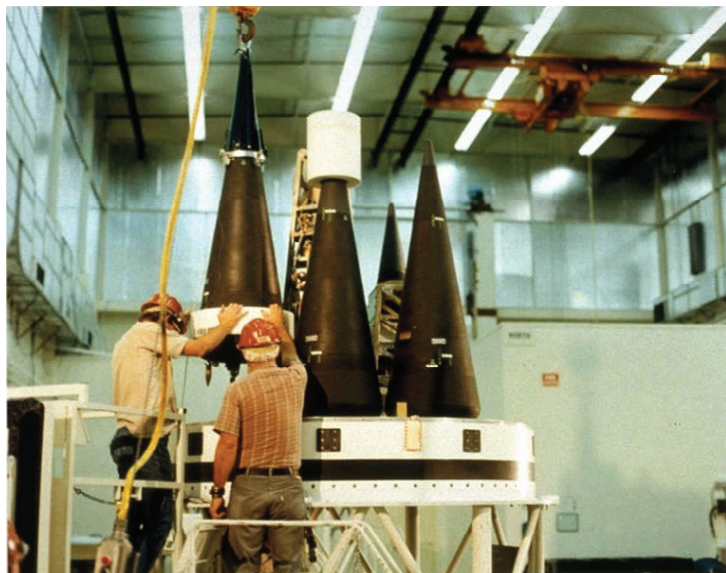
Диаметр	155мм
Длина	0.85м
Вес	58кг
Мощность	0.1кт





Первая водородная бомба - США, 1952

Фигура сидящего человека (обведена) дает масштаб "устройства"



Термоядерные (водородные) боеголовки на ракете стратегического назначения "Peacekeeper" (США, 1983)

Вес - ок. 500 кг, мощность - ок. 500 кт.

больше не будет. Термоядерные боеголовки («водородные бомбы»), например W87 (США), обладают мощностью около 500 кт и весом менее 500 кг.

Ядерное оружие в военных целях использовалось только два раза. В результате бомбардировки Хиросимы (06.08.1945, бомба с кодовым названием "Little Boy", 15 кт) погибло

примерно 66 тысяч человек и 69 тысяч получили ранения. В результате бомбардировки Нагасаки (09.08.1945, "Fat Man", 21 кт) погибло примерно 39 тысяч человек и 25 тысяч получили ранения. Количество людей, погибших позднее от лучевой болезни, составляет примерно 1200 человек (подавляющее большинство из них умерли в течение 15-20 лет после ядерного поражения). Обратите внимание: бомба в Нагасаки была более мощной, но привела к меньшим потерям. Наиболее логичное объяснение этому обстоятельству: Хиросима была выбрана в качестве первой цели, как место наибольшего потенциала разрушений.

<b>Nuclear Bombing</b>			
	Yield, kt	Dead	Injured
Hiroshima	15	66,000	69,000
Nagasaki	21	39,000	25,000



Хиросима после бомбардировки



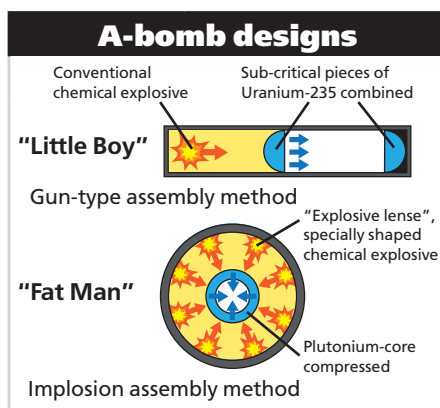
# Распространение ядерного оружия и стратегические аспекты

Для производства ядерной бомбы необходимо обеспечить достаточное количество (критическую массу) ядерного «топлива» («взрывчатки»). Для этой цели могут быть использованы уран  $^{235}\text{U}$  или плутоний  $^{239}\text{Pu}$ .

$^{235}\text{U}$  использовался в качестве ядерной «взрывчатки» в устройстве «Little Boy». Использованные в данном случае конфигурации «gun-type» довольно просты. В ядерных державах они считаются устаревшими (из-за сложностей в области техники безопасности), но безусловно могут быть созданы, как это было в Южной Африке. Иранская ядерная программа,

например, по утверждениям экспертов основывается на использовании  $^{235}\text{U}$ . Чтобы получить уран для бомбы, проводится обогащение обычного урана ураном  $^{235}\text{U}$  (почти до 100%). В природном уране -  $^{235}\text{U}$  составляет всего 0,7% (все остальное – это изотоп  $^{238}\text{U}$ , мешающий началу цепной реакции). Уран ( $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$ ) находится в руде в концентрации 0,2% от общего количества. То есть, чтобы получить 50 кг  $^{235}\text{U}$  (это критическая масса в обычных условиях; «Little Boy» содержал 60 кг) необходимо обработать 3,5 тыс. тонн ураносодержащей руды.

$^{239}\text{Pu}$ , используемый в конфигурации implosion-type, в природе не встречается, но производится в ядерных реакторах. Реактор производственной мощностью в 50 МВт вырабатывает около 10 кг  $^{239}\text{Pu}$  в год (это достаточно для заряда, использованного в Нагасаки). Для сравнения: реактор в Йонгбьене (Север-



<b>Nuclear explosives</b>	
$^{235}\text{U}$	0.7% in natural U
$^{235}\text{U} + ^{238}\text{U}$	0.2% in Uranium ore
Critical mass	~50 kg $^{235}\text{U}$ => 3.5 Kton of Uranium ore
$^{239}\text{Pu}$	$^{238}\text{U} \rightarrow \dots \rightarrow ^{239}\text{Pu}$ => production in nuclear reactor
50MW reactor	=> ~10 kg/year
Critical mass	~10 kg

ная Корея) обладает тепловой мощностью в 20-30 МВт, а мощность реактора в Бушере (Иран) доходит до 1000 МВт. Важно отметить, что  $^{239}\text{Pu}$  производится в каждом ядерном реакторе, даже если в его производстве нет необходимости. Например, каждый реактор вида РБМК-1000, обладающий тепловой мощностью 3000 МВт и используемый на многих

атомных электростанциях (в том числе, в Чернобыле) производит более 150 кг  $^{239}\text{Pu}$  в год. Однако, по мнению профессионалов, этим нельзя воспользоваться для создания ядерного оружия из-за наличия большого количества высоко-радиоактивных продуктов распада.

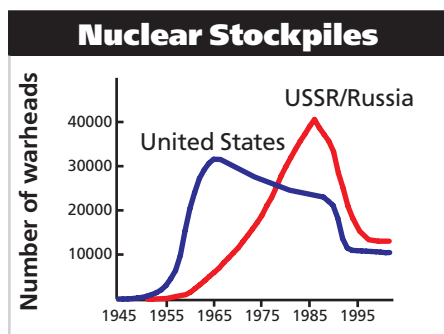
Сравнить возможности ядерного и конвенционального оружия непросто, но важно отметить, что в стратегическом плане у ядерного оружия есть, помимо преимуществ, и недостатки.

Во-первых, обработка 3,5 тыс. тонн ураносодержащей руды, включая обогащение, является процессом более сложным, чем производство 20 тыс. тонн ТНТ в условиях обычного химического производства. Во-вторых, если сравнить потенциальные разрушения в результате использования бомбы с боеголовкой в 20 кт и использование обычных снарядов с суммарным весом в 20 кт – то использование снарядов окажется на два порядка более эффективным. Взрыв атомной бомбы в 20 кт покрывает площадь около 10 кв. км, в то время как 2,000,000 снарядов по 10 кг каждый покрывают площадь около 1000 кв. км.

<b>Nuclear vs. Conventional</b>	
Conventional	20 Kton → 1000 km <sup>2</sup>
Nuclear	20 Kton → 10 km <sup>2</sup>

Артобстрелы с суммарной мощностью зарядов в несколько тысяч тонн ТНТ проводились уже в Первую мировую войну, и не были редкими во Второй мировой. Ковровые бомбардировки

городов Германии и Японии были более разрушительными и губительными по сравнению с ядерными (например, в Дрездене погибло более 100 тысяч человек). Наиболее важным в теме ядерного оружия является вопрос мгновенного использования огромной силы. Многолетние усилия концентрируются для потенциального момента – например, одновременное применение 10 бомб, создаваемых в течение 10 лет при больших национальных усилиях.



Запас атомного вооружения ядерных держав существенно сокращен за последние десятилетия. В США процесс сокращения начался в 60-ые годы, в СССР (в последствии – в России) – в 80-ые. Многие страны вооружились или пытаются вооружиться атомными бомбами. В число ядерных де-

ржав входят: США (с 1945), СССР (1949), Великобритания (1952), Франция (1960), Китай (1964). Ядерное оружие создано (или официально заявлено о его создании) в Индии (1974), Южной Африке (1983), Пакистане (1998) и Северной Корее (2006). ЮАР провела ядерную демилитаризацию после смены власти в стране.

Nuclear Proliferation			
USA	1945	India	1974
Russia	1949	Pakistan	1998
UK	1952	North Korea	2006
France	1960	(South Africa)	1982
China	1964		

По поводу международных возможностей препятствовать созданию ядерного оружия в какой-либо стране можно напомнить, что в период создания атомной бомбы в СССР – тысячи граждан умерли там от голода, а случаи каннибализма на голодной почве участились до пугающих масштабов. Ядерные державы Индия, Пакистан и Северная Корея – из наиболее бедных стран в мире. ЮАР в период создания ядерного оружия подвергалась тяжелому международному бойкоту (из-за политики апартеида). Но,

несмотря на «временные трудности», эти страны все-таки создали ядерное оружие. Поэтому, сомнительным является утверждение, что международная изоляция способна препятствовать созданию атомной бомбы в Иране или иной стране. Исходя из этого следует со всей серьезностью принимать во внимание практические последствия использования ядерного оружия.

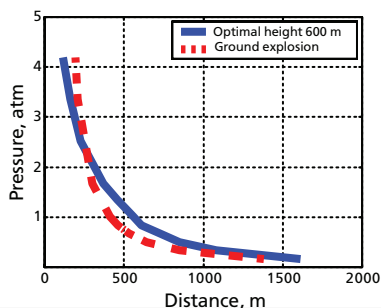
# Последствия использования ядерного оружия

Принято выделять 5 поражающих факторов ядерного взрыва: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение, электромагнитный импульс.

## Nuclear Explosion

- Shock wave
- Light emission
- Ionizing radiation
- Radioactive contamination
- Electromagnetic pulse

### Shock wave



#### Destruction & Losses (Yield - 15 kton)

	Radius	Killed	Injured
Total destruction	0.6 km	80%	10%
Severe	1.3 km	15%	35%
Medium-light	2 km	<10%	<30%

1. Ударная волна – является основным фактором поражения, приводящим к массовой гибели людей и огромным разрушениям. Принято считать, что ударная волна с давлением более 1 атмосферы (атм.) приводит к полному разрушению, а при давлении 0,3 атм. – разрушение будет тяжелым. Радиус зоны сплошных разрушений при взрыве бомбы, сравнимой со сброшенной на Хиросиму, составляет примерно 0,5 км. За зоной сплошных разрушений следует зона тяжелых разрушений – около 1 км. Если взрыв происходит на оптимальной высоте (в примере с Хиросимой – 600 м), район поражения будет на десятки процентов больше по сравнению с наземным взрывом.

Предположительно, в зоне зоны сплошных разрушений количество пострадавших составляет: 80% убитых, 10% раненых и 10% легко раненых, способных функционировать. В зоне тя-

желых разрушений: 15% убитых, 35% раненых и 50% способных функционировать.

Общественные и домашние бомбоубежища способны выдержать давление, превышающее 1 атм. Сейсмостойкие здания способны выдержать давление в 2-3 атм. В Хиросиме подобное здание, находившееся на расстоянии всего 200 м (!) от эпицентра взрыва, не было разрушено.

2. Световое излучение (термическое воздействие) – вызывает возгорания объектов и приводит к ожогам у живых существ. В Хиросиме, из-за традиционного строительства с широким использованием легко возгораемых материалов, многочисленные пожары привели к огненной буре, повлекшей за собой тяжелые потери. В условиях современного строительства данный фактор является менее существенным.

<b>Ionizing radiation</b>	
	$\gamma, n$
E	~ 1-10 MeV
$L_{1/2}$	~ 150 m (50% attenuation)

эпицентра взрыва. Люди, получившие смертельную дозу, умирают не сразу, и могут функционировать еще в течение до двух недель. Имеет смысл вспомнить, что в атомных атаках на Японию 1200 человек умерли в результате облучения, но 100.000 погибли в результате ударной волны, пожаров и ожогов.

4. Радиоактивное заражение – имеет место только при условии наземного взрыва. Поэтому в Хиросиме и Нагасаки фактор радиоактивного заражения был не существенным. Радиоактивное заражение начинает формироваться примерно через полчаса после взрыва, когда радиоактивная пыль выпадает из радиоактив-

3. Проникающая радиация бомбы, подобной сброшенной на Хиросиму, является губительным на расстоянии несколько сотен метров от

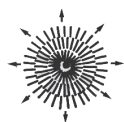
<b>Radioactive contamination</b>	
Lethal Dose	$LD_{50} = 350 R$
Acceptable dose	40 R
Cancer	
natural	20%
40R	+0.7% in 15-20years
<b>Dangerous contamination zone</b>	
1 h	100 R/h
7 h	10 R/h
48 h	1 R/h
Natural background	0.4 R/year



## Radioactive contamination (Fallout)



Ground burst:  
formation time: 0.5-  
24 hours



Air burst: **no fallout !**

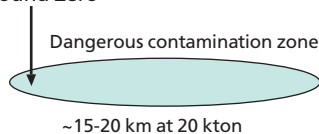
после этого. Через 7 часов оно снижается до уровня 10%, а через 48 часов – до 1%. На этом этапе (через двое суток после взрыва) уже можно приступать к спасательным работам в зоне заражения, то есть людям там можно находиться вне укрытий в течение нескольких часов.

Важно подчеркнуть, что нормы радиационной безопасности в обычной обстановке принципиально более жесткие по сравнению с нормами на случай радиоактивного заражения. Доза облучения в 25 рентген (Р) у большинства людей не вызывает изменения состава крови. Доза в 40Р в течение 4 дней считается приемлемой (доза в 300-600Р является смертельной). Вместе с тем, в обычных условиях по международным стандартам приемлемой считается доза в 0,1Р в год для всего населения (сверх естественного фона в 0,25-0,4Р) и до 5Р в год – для профессионалов, работающих с излучением. По поводу раковой болезни: официальные данные свидетельствуют, что доза в 40Р увеличивает вероятность заболевания раком на 0,7% (в период 15-20 лет), в дополнение к естественному уровню заболеваемости – 20%.

ного облака («гриба») с высоты около 10 км. Данное облучение может быть смертельным, если человек остается без средств защиты в зараженной зоне (при взрыве бомбы, сравнимой с бомбой в Хиросиме – на расстоянии 15-20 км от эпицентра по направлению ветра). Заражение достигает максимума примерно через час после взрыва и быстро затухает

## Radioactive contamination (ground explosion)

"Ground Zero"



→ Wind 50 km/h

Бетонная стена толщиной 30 см или земляной слой толщиной 45 см уменьшают уровень радиации в 40 раз. Этот коэффициент ослабления (protection factor) необходимо обеспечить в общественных защитных сооружениях по официальному стандарту US FEMA TR-87.

### **Fallout Shelter US FEMA TR-87**

- Protection factor PF=40  
(30cm concrete, OR 45cm earth)
- Ventilation
- Water storage, etc.

5. Электромагнитный импульс – может вывести из строя не только радиосвязь, но и все электронное оборудование (прежде всего, компьютеры и технику, базирующуюся на элементах CMOS). При этом непосредственного влияния на здоровье человека не происходит.

## **Осведомленность и готовность**

Усилия, затраченные на гражданскую оборону, могут быть очень эффективны. Например, официальный отчет US Congress OTA в 1979 установил, что в результате мероприятий гражданской обороны в полном объеме (включая рассредоточение населения) количество убитых может быть принципиально меньше – в 3-5 раз.

Помимо спасения жизней и имущества, речь идет и о психологическом факторе. Широкомасштабная деятельность в сфере гражданской обороны увеличивает степень общественной осведомленности и препятствует панике, способной унести огромное количество жизней (как это было в Лондоне в 1940 г) и даже привести к крушению государства.

Как говорилось выше, нельзя полностью отрицать наличие ядерного оружия у того или иного неприятеля. Способность выдерживания ядерного удара и ограничения его последствий является одним из основных сдерживающих факторов. Если потенциальный противник будет знать, что результаты его ядерной атаки будут ограничены непосредственным ущербом в зоне поражения и не приведут к национальной катастрофе – он, по всей видимости, не станет подвергать себя риску получить встречный сокрушительный удар. Как писал Эдвард Теллер: «Гражданская оборона... не предотвратит ядерной войны. Но она существенно уменьшит ее вероятность». Например, в Израиле с начала 90-х в каждом новом доме (в соответствии с действующим законодательством) существует подвальное или квартирное убежище, которое может быть относительно легко дооборудовано чтобы отвечать требованиям стандарта US FEMA TR-87 для противорадиационных укрытий.

Невозможно фактически оценить, насколько усилия США в сфере гражданской обороны (кстати, весьма ограниченные) способствовали тому, что третья мировая война не началась. Но исторический факт – не началась. Вместо этого распался Советский Союз.

## Выражение благодарности

Я выражаю благодарность профессору Ицхаку Сегалю (Технион), доктору Моти Брилю (Центр Ядерных Исследований "Негев" – Димона), профессору Тувье Шлезингеру (Центр Ядерных Исследований "Сорек" – Явне), профессору Григорию Фальковичу (Институт Вейцмана), профессору Эли Ваксману (Институт Вейцмана) и профессору Владимиру Сандомирскому (Бар-Иланский университет) за их помощь в подготовке данной статьи.

## Рекомендуемые материалы

1. Samuel Glasstone and Philip J. Dolan, *The Effects of Nuclear Weapons*. United States Department of Defense, 3<sup>rd</sup> edition (1977).
2. Office of Technology Assessment, Congress of the United States. *The Effects of Nuclear War* (1979).
3. Cresson H. Kearny, *Nuclear War Survival Skills*. Oak Ridge National Laboratory (1977). 3<sup>rd</sup> edition: Oregon Institute of Science & Medicine (1999).