

Нигде не спрятаться

Как ядерная война убьет вас — а также почти всех остальных

Франсуа Диас-Морен
Перевод: Алла Касьянова

20 октября 2022 г.

Read in English at thebulletin.org.

Русский (Дизайн Томаса Голкина): <https://thebulletin.org/2022/10/nowhere-to-hide-how-a-nuclear-war-would-kill-you-and-almost-everyone-else-russian/>

Этим летом Управление по чрезвычайным ситуациям г. Нью-Йорка [выпустило](#) новый ролик социальной рекламы о готовности к ядерному удару. Он инструктировал жителей Нью-Йорка о том, что делать во время ядерной атаки. 90-секундное видео начинается с того, что женщина буднично объявляет о катастрофе: «Итак, произошла ядерная атака. Не спрашивайте меня, как и почему, просто знайте, что прилетело по полной». Затем видео дает советы жителям Нью-Йорка, что делать в случае ядерной атаки: зайти в укрытие, оставаться в укрытии и следить за новостями СМИ и правительства.

Но ядерная готовность имеет смысл, если вы находитесь вне радиуса взрывного поражения ядерного удара. В противном случае вы не сможете зайти в свой дом и закрыть за собой дверь, потому что дома уже [не будет](#). А теперь представьте, что таких «прилетов по полной» будут сотни. Это реальность даже «маленькой» ядерной войны. Если вам повезет, и вы не окажетесь в радиусе поражения одного из таких взрывов, это, возможно, даже не полностью испортит вам день, но достаточно скоро разрушит всю вашу жизнь.

Последствия одиночного ядерного взрыва

Любой ядерный взрыв создает радиационные, тепловые и взрывные эффекты, влекущие многочисленные и быстрые человеческие жертвы.

[Проникающая радиация](#) - самый непосредственный эффект детонации ядерного заряда. Она образуется в результате ядерных реакций внутри бомбы и проявляется в основном в виде гамма-лучей и нейтронов.

Эффект проникающей радиации длится менее секунды, но ее смертельный уровень распространяется более чем на полтора километра во всех направлениях от точки детонации современного ядерного заряда мощностью в несколько сотен килотонн тротила.

Через микросекунды после ядерного взрыва энергия, высвобождаемая в виде рентгеновских лучей, нагревает окружающее пространство, образуя огненный шар из раскаленного воздуха. Внутри огненного шара температура и давление настолько экстремальны, что вся материя превращается в горячую плазму из голых атомных ядер и субатомных частиц, подобную условиям в ядре Солнца с температурой в несколько миллионов градусов.

После взрыва в воздухе 300-килотонной ядерной боеголовки, такой как термоядерная боеголовка W87, развернутая на ракетах Minuteman III, которые в настоящее время стоят на вооружении в ядерном арсенале США, огненный шар вырастает до диаметра в более чем 600 метров и в течение нескольких секунд, пока его поверхность не остынет, излучает ослепительный свет.

Свет, излучаемый тепловой энергией огненного шара и составляющий более трети взрывной энергии термоядерного заряда, будет настолько интенсивным, что вызовет пожары и сильные ожоги на больших расстояниях. Тепловая вспышка от взрыва ядерного заряда мощностью 300 килотонн может вызвать ожоги первой степени на расстоянии до 13 километров от эпицентра.

Затем приходит взрывная волна.

Взрывная волна, на долю которой приходится примерно половина взрывной энергии бомбы, первоначально распространяется быстрее скорости звука, но быстро замедляется, теряя энергию при прохождении через атмосферу.

Поскольку излучение раскаляет атмосферу вокруг огненного шара, окружающий воздух расширяется и быстро выталкивается в пространство, создавая ударную волну, которая сметает все на своем пути и обладает огромной разрушительной силой.

Разрушительная сила взрывной волны зависит от мощности заряда и высоты взрыва.

Воздушный подрыв заряда мощностью 300 килотонн вызовет взрыв с избыточным давлением более 0,3 атмосферы на расстоянии до 4,7 км от эпицентра. Этого давления достаточно, чтобы менее чем через 10 секунд после взрыва разрушить большинство зданий, превратить небоскребы в голые каркасы и привести к многочисленным жертвам.

Радиоактивные осадки

Вскоре после того, как ядерный взрыв высвободит большую часть своей энергии в виде проникающей радиации и энергии тепла и взрыва, огненный шар начинает остывать и подниматься вверх, принимая известный вид шляпки грибовидного облака. Внутри него клубится высокорadioактивная смесь расщепленных атомов, которая постепенно начинает выпадать из облака, уносимого ветром.

Радиоактивные осадки - форма отложенной радиоактивности - подвергнут тех, кто выжил после войны, смертельно опасным дозам ионизирующего излучения.

Серьезность загрязнения радиоактивными осадками зависит от мощности бомбы и высоты ее взрыва. Для зарядов мощностью в сотни килотонн зона непосредственной опасности может охватывать тысячи квадратных километров с подветренной стороны от места взрыва. Первоначально в уровнях радиации будут преобладать изотопы с коротким периодом полураспада, которые являются наиболее энергичными и, следовательно, наиболее опасными для биологических систем. Острое смертельное воздействие радиоактивных осадков будет длиться от нескольких дней до недель, поэтому власти рекомендуют оставаться в укрытии по меньшей мере 48 часов, чтобы переждать самые высокие уровни радиации.

Поскольку их воздействие относительно растянуто во времени, оценивать потери от выпадения радиоактивных осадков сложно; количество погибших и раненых будет очень сильно зависеть от действий людей после взрыва. Но в непосредственной близости от взрыва здания будут полностью разрушены, и выжившие не смогут найти укрытие. Люди, оказавшиеся на расстоянии менее 460 метров от ядерного взрыва мощностью 300 килотонн, получают дозу ионизирующего излучения в 500 рентген эквивалентов человека (бэр). «Принято считать, что люди, подвергшиеся одномоментному облучению примерно в 500 бэр, скорее всего, умрут при отсутствии лечения», — [считает](#) Комиссия по ядерному регулированию США.

Но на расстоянии, столь близком к эпицентру, ядерный взрыв мощностью 300 килотонн почти наверняка сожжет и сокрушит насмерть любого человека. Чем выше мощность ядерного заряда, тем меньше зона острого радиационного излучения по сравнению с другими непосредственными эффектами взрыва.

Взрыв одной современной ядерной боеголовки мощностью 300 килотонн — то есть боеголовки, мощность которой почти в 10 раз превышает общую мощность атомных бомб, взорванных в Хиросиме и Нагасаки — в таком городе как Нью-Йорк в первые 24 часа после взрыва приведет к гибели более миллиона человек и примерно вдвое большему числу людей с серьезными травмами. В радиусе нескольких километров от места взрыва выживших почти не останется.

1,000,000
смертей через 24 часа

Непосредственные последствия ядерной войны

В ядерной войне в течение нескольких минут могут произойти сотни и даже тысячи взрывов.

Региональная ядерная война между Индией и Пакистаном с использованием около 100 15-килотонных ядерных зарядов, нацеленных на города, приведет к прямой гибели [27 миллионов человек](#).

27,000,000
смертей в региональной войне

Глобальная полномасштабная ядерная война между Соединенными Штатами и Россией с использованием более чем четырех тысяч 100-килотонных ядерных боеголовок приведет, как минимум, к [360 миллионам мгновенных смертей](#)*. Это примерно на 30 миллионов человек больше, чем все население США.

360,000,000
смертей в глобальной войне

* Эта оценка основана на [сценарии](#) тотальной ядерной войны между Россией и США с участием 4400 100-килотонных зарядов, предусмотренных рамками Договора о сокращении стратегических наступательных потенциалов (СНП) 2002 г., по которому каждая сторона могла развернуть до 2200 стратегических боеголовок. Договор СНВ-3 2010 года дополнительно ограничивает развернутые США и Россией ядерные силы большой дальности до 1550 боеголовок с каждой стороны. Но поскольку средняя мощность боеголовки в составе сегодняшних стратегических ядерных сил [России](#) и [США](#) намного превышает 100 килотонн, полный обмен ядерными ударами между двумя странами с участием около 3000 единиц оружия, вероятно, приведет к аналогичным значениям прямых потерь и выбросов сажи.

В полномасштабной ядерной войне между Россией и Соединенными Штатами две страны не ограничатся запуском ядерных ракет по территории друг друга, а нацелят часть своего оружия на другие страны, в том числе обладающие ядерным оружием. Эти страны в ответ также могут запустить часть или все свои ядерные средства.

Великобритания, Китай, Франция, Израиль, Индия, Пакистан и Северная Корея вместе в настоящее время имеют, по оценкам, в общей сложности более [1200 ядерных боеголовок](#).

Как бы ужасны ни были эти цифры, десятки и сотни миллионов человек, погибших и раненых в течение первых нескольких дней ядерного конфликта, станут лишь началом катастрофы, которая в конечном итоге охватит весь мир.

Глобальные климатические изменения, повсеместное радиоактивное загрязнение и цивилизационный коллапс на протяжении многих десятилетий практически повсеместно могут стать реальностью для переживших ядерную войну.

Через два года после любой ядерной войны, маленькой или большой, один только голод может оказаться [как минимум в 10 раз](#) более смертоносным, чем сотни взрывов бомб в ходе самой войны.

Долгосрочные последствия ядерной войны

В последние годы в некоторых военных и политических кругах США [распространялось представление](#) о том, что ограниченную ядерную войну можно вести и выиграть. Многие эксперты, однако, считают, что ограниченная ядерная война вряд ли останется таковой. То, что начнется с одного тактического ядерного удара или обмена ядерными ударами между двумя странами, может [перерасти](#) в полномасштабную ядерную войну, которая приведет к немедленному и полному уничтожению обеих стран.

Но катастрофа не ограничится двумя воюющими сторонами и их союзниками.

В общественных дискуссиях ужасающие и очевидные локальные последствия ядерных взрывов часто затмевают долгосрочные региональные и глобальные последствия. Специалисты по военному планированию также сосредотачиваются на краткосрочных последствиях ядерных взрывов, потому что им поручено оценить эффективность применения ядерных сил по гражданским и военным целям. С военной точки зрения, взрывная волна, локальные радиоактивные осадки и электромагнитный импульс (интенсивный всплеск радиоволн, который может вывести из строя электронное оборудование) — желаемые результаты применения ядерного оружия.

Но широкомасштабные пожары и другие глобальные климатические изменения, вызванные многочисленными ядерными взрывами, могут не учитываться в военных планах и ядерных доктринах. Эти побочные эффекты трудно предсказать; их оценка требует научных знаний, которыми большинство военных специалистов не обладает или не принимает их во внимание. При этом через несколько лет после

ядерной войны такой побочный ущерб может стать причиной гибели более половины населения Земли.

Глобальные климатические изменения

С 1980-х годов - времени, когда угроза ядерной войны поднялась на новую высоту - ученые исследовали долгосрочные широкомасштабные последствия ядерной войны для биосистем Земли. Используя радиационно-конвективную модель климата, имитирующую вертикальный профиль атмосферных температур, американские ученые впервые показали, что дым от массивных лесных пожаров, которые возникнут после ядерной войны в результате применения ядерного оружия, может вызвать наступление [ядерной зимы](#). Двое российских ученых позже [провели](#) первое трехмерное моделирование климата, показав, что глобальные температуры на суше будут ниже, чем в океанах, что может привести к всемирному коллапсу сельского хозяйства. Первоначально [оспариваемая](#) из-за неточных результатов в силу неопределенностей в сценариях и физических параметрах, теория ядерной зимы сегодня поддерживается [более сложными моделями климата](#). Хотя основные механизмы ядерной зимы, описанные в ранних исследованиях, выдержали проверку временем, самые последние расчеты показывают, что последствия ядерной войны будут более длительными и тяжелыми, чем считалось ранее.

Выброс сажи в стратосферу

Жар и взрывная волна от термоядерного взрыва настолько сильны, что могут вызвать крупномасштабные пожары как в городах, так и в сельской местности. Взрыв мощностью 300 килотонн в таком городе как Нью-Йорк или Вашингтон, округ Колумбия, может вызвать [масштабный пожар](#) радиусом не менее 5,6 км, вне зависимости от любых погодных условий. Воздух над таким пожаром превратится в смесь пыли, огня и дыма.

Но ядерная война [подожжет](#) не один, а сотни городов - причем почти одновременно. Даже региональная ядерная война — скажем, между Индией и Пакистаном — может привести к широкомасштабным огненным шквалам в городах и промышленных районах, которые могут вызвать [глобальные изменения климата](#), на десятилетия нарушив все формы жизни на Земле.

Дым от массовых пожаров после ядерной войны будет выбрасывать в стратосферу - верхние слои атмосферы Земли - огромное количество сажи. Полномасштабная ядерная война между Индией и Пакистаном, в ходе которой обе страны запустят в сумме 100 ядерных боеголовок средней мощностью 15 килотонн, может привести к выбросу в стратосферу около [5 миллионов тонн](#) (или тераграммов, Тг) сажи. Это эквивалент массы пирамиды Хеопса, истертой в порошок и превратившейся в раскаленную пыль.

Но это низкие оценки конца 2000-х годов. С тех пор Индия и Пакистан значительно расширили свои ядерные арсеналы как по количеству, так и по мощности ядерных боеголовок. К 2025 году Индия и Пакистан с каждой стороны [могут иметь](#) до 250 ядерных боеголовок мощностью в диапазоне от 12 до нескольких сотен килотонн. При таких арсеналах ядерная война между Индией и Пакистаном может привести к выбросу в стратосферу до 47 Тг сажи.

Для сравнения, недавние катастрофические лесные пожары в Канаде в 2017 г. и Австралии в 2019 и 2020 гг. произвели соответственно 0,3 Тг и 1 Тг дыма. Химический анализ, однако, показал, что лишь небольшой процент дыма от этих пожаров представлял собой чистую сажу — 0,006 и 0,02 Тг соответственно. Причина в том, что горели только деревья. Городские пожары, вызванные ядерной войной, будут производить больше дыма, и доля сажи будет более высокой. Но эти два недавних эпизода обширных лесных пожаров продемонстрировали, что когда дым попадает в нижние слои стратосферы, он нагревается солнечными лучами и поднимается на большую высоту — от 10 до 20 километров — продлевая время, на которое он остается в стратосфере. Именно этот механизм сейчас позволяет ученым лучше моделировать долгосрочные последствия ядерной войны. С помощью своих моделей исследователи смогли [точно предсказать](#) распространение дыма от этих крупных лесных пожаров, что еще больше подтвердило понимание механизмов, вызывающих ядерную зиму.

Климатические последствия извержений вулканов также продолжают служить основой для понимания долгосрочных последствий ядерной войны. Вулканические извержения обычно выбрасывают [пепел и пыль](#) в стратосферу, где они отражают солнечный свет обратно в космос, что приводит к временному охлаждению поверхности Земли. [Точно так же](#) теория ядерной зимы предсказывает, что климатические эффекты массивного выброса частиц сажи в стратосферу в результате пожаров после ядерной войны вызовут нагрев стратосферы, истощение озонового слоя и охлаждение земной поверхности под этим облаком из выбросов. Извержения вулканов также полезны для таких прогнозов, потому что их масштабы могут соответствовать мощности ядерных взрывов или даже превосходить ее. Например, подводный вулкан Хунга-Тонга в 2022 году произвел взрывную энергию в [61 мегатонну в тротиловом эквиваленте](#) — больше, чем Царь-бомба, крупнейший в истории рукотворный взрыв мощностью 50 Мт. Шлейф от извержения достиг высоты примерно 56 километров, выбрасывая [значительно более 50 - вплоть до 146](#) - Тг водяного пара в стратосферу, где он будет оставаться в течение многих лет. Такой массивный выброс воды в стратосферу может временно воздействовать на климат, хотя и иначе, чем сажа.

С тех пор, как Россия начала войну в Украине, президент Путин и другие российские официальные лица неоднократно [угрожали ядерным оружием](#), явно пытаясь удержать западные страны от любого прямого военного вмешательства. Если бы Россия когда-либо начала — намеренно или случайно — ядерную войну с

США и другими странами НАТО, общее число катастрофических ядерных взрывов в рамках полного обмена ядерными ударами могло бы выбросить в стратосферу более 150 Тг сажи, что могло бы привести к ядерной зиме, которая в течение нескольких десятилетий уничтожит практически все формы жизни на Земле.

Выбросы сажи в стратосферу, в зависимости от различных сценариев ядерной войны, приведут к целому ряду крупных климатических и биогеохимических изменений, включая трансформации в атмосфере, океанах и на суше. Такие глобальные климатические изменения будут [более продолжительными](#), чем считалось ранее, поскольку модели 1980-х годов неадекватно отображали высоту стратосферного шлейфа. Сегодня стало понятно, что сажа от ядерных пожаров поднимется в [гораздо более высокие](#), чем предполагалось ранее, слои стратосферы, где медленнее работают механизмы удаления сажи в виде «черных дождей». Когда дым нагревается солнечными лучами, он может подниматься на высоту до [80 километров](#), проникая в мезосферу.

Изменения в атмосфере

После того, как сажа попадает в верхние слои атмосферы, она может оставаться там от нескольких месяцев до нескольких лет, блокируя попадание прямых солнечных лучей на поверхность Земли и снижая температуру. На больших высотах — 20 км и выше вблизи экватора и 7 км на полюсах — дым, выбрасываемый ядерными пожарами, также будет поглощать больше солнечной радиации, нагревая стратосферу и нарушая стратосферную циркуляцию.

Присутствие в стратосфере аэрозолей сажи с высокой поглощающей способностью приведет к значительному повышению ее температуры. Например, в сценарии региональной ядерной войны, который приводит к выбросу 5 Тг сажи, [температура стратосферы](#) через четыре года все еще остается повышенной на 30 градусов Цельсия.

Экстремальный нагрев, наблюдаемый в стратосфере в течение первых нескольких лет после ядерной войны, увеличит среднюю глобальную потерю озонового слоя, который защищает людей и другие формы жизни на Земле от вредного для здоровья и окружающей среды воздействия ультрафиолетового излучения. [Моделирование](#) показало, что региональная ядерная война, которая продлится три дня и выбросит в стратосферу 5 Тг сажи, уменьшит озоновый слой на 25 процентов в глобальном масштабе; восстановление займет 12 лет. Глобальная ядерная война с выбросом 150 Тг стратосферного дыма вызовет 75-процентную глобальную потерю озона, а истощение продлится 15 лет.

Изменения на суше

Выброс сажи в стратосферу приведет к изменениям на поверхности Земли, в том числе в количестве получаемой солнечной радиации, температуре воздуха и осадках.

Утрата защитного озонового слоя Земли приведет к тому, что в течение нескольких лет поверхность будет подвергаться воздействию чрезвычайно сильного ультрафиолетового (УФ) излучения, представляющего опасность для здоровья человека и производства продуктов. Самые последние [оценки](#) показывают, что потеря озона после глобальной ядерной войны приведет к значению УФ-индекса на тропических широтах выше 35, начиная с трех лет после войны и продолжаясь в течение четырех лет. Агентство по охране окружающей среды США считает, что УФ-индекс 11 представляет «чрезвычайную» опасность; 15-минутное воздействие солнечного излучения при УФ-индексе 12 вызывает у человека солнечные ожоги незащищенной кожи. Среднее количество солнечного света в диапазоне УФ-Б увеличится по всему миру на 20 процентов. Известно, что высокие уровни УФ-Б-излучения [вызывают](#) у людей солнечные ожоги, фотостарение, рак кожи и катаракту. Они также [тормозят](#) реакцию фотоллиза, необходимую для роста листьев и растений.

Дым, поднятый в стратосферу, уменьшит количество солнечного излучения, попадающего на поверхность Земли, что резко снизит глобальную и количество осадков.

Только обмен ядерными ударами между Индией и Пакистаном, влекущий относительно скромную стратосферную нагрузку в 5 Тг сажи, может привести к [самым низким температурам](#) на Земле за последние 1000 лет — температурам ниже значений Малого ледникового периода, длившегося с позднего средневековья до 19 века. Региональная ядерная война с выбросом 5 Тг стратосферной сажи может привести к падению средней глобальной температуры на 1 градус Цельсия.

Несмотря на то, что после окончания холодной войны ядерные арсеналы обеих стран сократились в размерах и средней мощности, обмен ядерными ударами между Соединенными Штатами и Россией, вероятно, приведет к куда более суровой ядерной зиме, когда большая часть северного полушария будет даже летом испытывать отрицательные температуры. Глобальная ядерная война, в результате которой в стратосферу будет выброшено 150 Тг сажи, может привести к падению температуры на 8 градусов Цельсия — на 3 градуса ниже значений последней ледниковой эпохи.

В любом сценарии ядерной войны изменения температуры окажут наибольшее влияние на сельское хозяйство в средних и высоких широтах, уменьшая продолжительность сезона сбора урожая и температуру в течение этого сезона. Отрицательные температуры также могут привести к значительному расширению площади морского льда и снежного покрова на суше, что вызовет нехватку

продовольствия и повлияет на доставку грузов в важнейшие порты, в настоящее время свободные ото льда.

После ядерной войны также значительно уменьшится среднее глобальное количество осадков, потому что меньшее количество солнечной радиации, достигающей земной поверхности, снизит температуру и скорость испарения воды. Уменьшение количества осадков будет наибольшим в [тропиках](#). Например, выброс сажи даже в количестве 5 Тг приведет к [40-процентному](#) уменьшению количества осадков в азиатском муссонном регионе. Южная Америка и Африка также столкнутся с большим снижением количества осадков.

Изменения в океане

Самые долгосрочные последствия любой ядерной войны будут связаны с [океанами](#). Независимо от места и масштабов ядерной войны, дым от возникших пожаров быстро достигнет стратосферы и рассеется по всему миру, поглощая солнечный свет и уменьшая солнечное излучение на поверхности океана. Поверхность океана будет реагировать на изменения излучения медленнее, чем атмосфера и суша, в силу ее более высокой удельной теплоемкости (т. е. количества тепла, необходимого для повышения температуры на единицу массы).

Глобальное снижение температуры океана достигнет наибольших значений через три-четыре года после ядерной войны и составит примерно 3,5 градуса Цельсия в случае войны между Индией и Пакистаном (в результате которой в стратосферу было выброшено 47 Тг дыма) и шесть градусов Цельсия в случае глобальной войны США и России (150 Тг). Охлажденному океану потребуется еще больше времени, чтобы вернуться к довоенным температурам, даже после того, как сажа исчезнет из стратосферы, а солнечное излучение вернется к нормальному уровню. Время задержки и продолжительность изменений будут увеличиваться линейно с увеличением глубины. Аномально низкие температуры, вероятно, сохранятся в течение десятилетий у поверхности и сотен и более лет на глубине. В случае глобальной ядерной войны (150 Тг) падение температуры океана до арктических ледовых значений, может сохраняться в течение тысяч лет — так долго, что исследователи говорят о «малом ядерном ледниковом периоде».

Из-за уменьшения солнечной радиации и температуры на поверхности океана морские экосистемы будут сильно нарушены как в ходе первоначального воздействия, так и как следствие нового, долгосрочного состояния океана. Это приведет к глобальному воздействию на экосистемные промыслы, такие как рыболовство. Например, после любой ядерной войны резко сократится чистое первичное производство морских организмов (показатель нового роста морских водорослей, составляющих основу морской пищевой сети). В американо-российском сценарии (150 Тг) глобальное чистое первичное производство сократится почти наполовину в первые месяцы после войны и останется

сниженным на 20–40 процентов в течение более 4 лет. Наибольшее сокращение произойдет в Северной Атлантике и Северной части Тихого океана.

Воздействие на производство продуктов питания

Изменения в атмосфере, на земной поверхности и в океанах после ядерной войны будут иметь масштабные и долгосрочные последствия для глобального сельскохозяйственного производства и доступности продовольствия.

Сельскохозяйственное производство [зависит](#) от продолжительности вегетационного периода, температуры в течение вегетационного периода, уровня освещенности, осадков и других факторов. Ядерная война существенно изменит все эти факторы в глобальном масштабе на годы или десятилетия.

Используя новые модели климата, урожайности и рыболовства, исследователи в настоящее время [продемонстрировали](#), что выбросы сажи, превышающие 5 Тг, приведут к массовой нехватке продовольствия почти во всех странах, хотя для некоторых из них риск голода будет выше, чем для других. В глобальном масштабе животноводство и рыболовство не смогут компенсировать снижение урожайности. После ядерной войны и после того, как будут израсходованы запасы еды, общее количество пищевых калорий, доступных в каждой стране, резко снизится, что поставит миллионы людей под угрозу голода или недоедания. Смягчающие меры — например, изменения в производстве и потреблении кормов для скота и сельскохозяйственных культур — будут недостаточными, чтобы компенсировать глобальную потерю доступных калорий.

Эти факторы воздействия на производство продуктов питания не учитывают долгосрочное прямое воздействие радиоактивности на людей или широкомасштабное радиоактивное заражение пищевых продуктов, которое может последовать за ядерной войной. Международная торговля продовольственными товарами может значительно сократиться или быть вовсе остановлена, поскольку страны будут беречь и накапливать внутренние запасы. Но даже если предположить, что страны, чьи продовольственные системы пострадали меньше, проявят героический альтруизм, торговля будет подорвана другим следствием войны: оледенением морей.

В первые годы после ядерной войны, когда нехватка продовольствия будет наиболее высокой, охлаждение поверхности океана приведет к расширению площади морского льда. Это расширение повлияет на доставку в важнейшие порты в регионах, где в настоящее время нет льда, таких как Желтое море.

Нигде не

Воздействие ядерной войны на сельскохозяйственные продовольственные системы будет иметь тяжелые последствия для людей, переживших войну и первое время после ударов.

Общие глобальные последствия ядерной войны, включая как краткосрочные, так и долгосрочные воздействия, будут еще более ужасающими. Сотни миллионов и даже миллиарды людей умрут от голода.

Нигде не спрятаться

Франсуа Диас-Морин (@francoisdm) — редактор по ядерным вопросам, *Bulletin of the Atomic Scientists*

Томас Голкин (@ThomasGaulkin) — мультимедийный редактор, *Bulletin of the Atomic Scientists*

Перевод: Алла Касьянова, старший научный сотрудник Центра международной безопасности и сотрудничества (CISAC) Стэнфордского университета

Ссылки и благодарности

Эта статья основана на работе многих исследователей, с 1980-х годов изучавших последствия ядерной войны. В частности, автор хотел бы поблагодарить Алекса Глейзера из Принстонского университета, Алана Робока из Университета Рутгерса и Алекса Веллерстайна из Технологического института Стивенса.

Aleksandrov, Vladimir V., and Georgiy L. Stenchikov. "On the modelling of the climatic consequences of the nuclear war." In *The Proceeding on Applied Mathematics* (1983), 21 pp. Moscow: Computing Centre, USSR Academy of Sciences. Available at: <http://climate.envsci.rutgers.edu/pdf/AleksandrovStenchikov.pdf>

Bardeen, Charles G., Douglas E. Kinnison, Owen B. Toon, Michael J. Mills, Francis Vitt, Lili Xia, Jonas Jägermeyr et al. "Extreme ozone loss following nuclear war results in enhanced surface ultraviolet radiation." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 126, no. 18 (2021): e2021JD035079. <http://dx.doi.org/10.1029/2021JD035079>

Bele, Jean. M. "Nuclear Weapons Effects Simulator", Nuclear Weapons Education Project, Massachusetts Institute of Technology. Available at: <https://nuclearweaponsedproj.mit.edu/Node/103>

Coupe, Joshua, Charles G. Bardeen, Alan Robock, and Owen B. Toon. "Nuclear winter responses to nuclear war between the United States and Russia in the whole atmosphere

community climate model version 4 and the Goddard Institute for Space Studies ModelE." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 124, no. 15 (2019): 8522-8543. <http://dx.doi.org/10.1029/2019JD030509>

Eden, Lynn. *Whole world on fire: Organizations, knowledge, and nuclear weapons devastation*. Cornell University Press, 2004.

Glaser, Alex. "Plan A". Program on Science & Global Security, Princeton University. Available at: <https://sgs.princeton.edu/the-lab/plan-a>

Harrison, Cheryl S., Tyler Rohr, Alice DuVivier, Elizabeth A. Maroon, Scott Bachman, Charles G. Bardeen, Joshua Coupe et al. "A new ocean state after nuclear war." *AGU Advances* 3, no. 4 (2022): e2021AV000610. <https://doi.org/10.1029/2021AV000610>

Kataria, Sunita, Anjana Jajoo, and Kadur N. Guruprasad. "Impact of increasing Ultraviolet-B (UV-B) radiation on photosynthetic processes." *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 137 (2014): 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2014.02.004>

Kristensen, Hans M., and Matt Korda. "Russian nuclear weapons, 2022." *Bulletin of the Atomic Scientists* 78, no. 2 (2022a): 98-121. <https://doi.org/10.1080/00963402.2022.2038907>

Kristensen, Hans M., and Matt Korda. "United States nuclear weapons, 2022." *Bulletin of the Atomic Scientists* 78, no. 3 (2022b): 162-184. <https://doi.org/10.1080/00963402.2022.2062943>

MacKie, R. M. "Effects of ultraviolet radiation on human health." *Radiation Protection Dosimetry* 91, no. 1-3 (2000): 15-18. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a033186>

Millan, Luis, Michelle L. Santee, Alyn Lambert, Nathaniel J. Livesey, Frank Werner, Michael J. Schwartz, Hugh Charles Pumphrey et al. "The Hunga Tonga-Hunga Ha'apai Hydration of the Stratosphere." (2022). <https://doi.org/10.1029/2022GL099381>

Mills, Michael J., Owen B. Toon, Richard P. Turco, Douglas E. Kinnison, and Rolando R. Garcia. "Massive global ozone loss predicted following regional nuclear conflict." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, no. 14 (2008): 5307-5312. <https://doi.org/10.1073/pnas.0710058105>

Robock, Alan. "Volcanic eruptions and climate." *Reviews of geophysics* 38, no. 2 (2000): 191-219. <https://doi.org/10.1029/1998RG000054>

Robock, Alan. "The latest on volcanic eruptions and climate." *Eos, Transactions American Geophysical Union* 94, no. 35 (2013): 305-306. <https://doi.org/10.1002/2013EO350001>

Robock, Alan, Luke Oman, and Georgiy L. Stenchikov. "Nuclear winter revisited with a modern climate model and current nuclear arsenals: Still catastrophic consequences." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 112, no. D13 (2007).

<https://doi.org/10.1029/2006JD008235>

Robock, Alan, Luke Oman, Georgiy L. Stenchikov, Owen B. Toon, Charles Bardeen, and Richard P. Turco. "Climatic consequences of regional nuclear conflicts." *Atmospheric Chemistry and Physics* 7, no. 8 (2007): 2003-2012. <https://doi.org/10.5194/acp-7-2003-2007>

Robock, Alan, and Owen B. Toon. "Local nuclear war, global suffering." *Scientific American* 302, no. 1 (2010): 74-81. <https://www.jstor.org/stable/26001848>

Rogers, Jessica, Hans M. Kristensen, and Matt Korda. "The long view: strategic arms control after the New START Treaty." *Bulletin of the Atomic Scientists*. Forthcoming November 2022.

Teller, Edward. "Widespread after-effects of nuclear war." *Nature* 310, no. 5979 (1984): 621-624. <https://doi.org/10.1038/310621a0>

Toon, Owen B., Charles G. Bardeen, Alan Robock, Lili Xia, Hans Kristensen, Matthew McKinzie, Roy J. Peterson, Cheryl S. Harrison, Nicole S. Lovenduski, and Richard P. Turco. "Rapidly expanding nuclear arsenals in Pakistan and India portend regional and global catastrophe." *Science Advances* 5, no. 10 (2019): eaay5478. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay5478>

Toon, Owen B., Alan Robock, and Richard P. Turco. "Environmental consequences of nuclear war." *Physics Today* 61, no. 12 (2008): 37. <https://doi.org/10.1063/1.3047679>

Toon, Owen B., Richard P. Turco, Alan Robock, Charles Bardeen, Luke Oman, and Georgiy L. Stenchikov. "Atmospheric effects and societal consequences of regional scale nuclear conflicts and acts of individual nuclear terrorism." *Atmospheric Chemistry and Physics* 7, no. 8 (2007): 1973-2002. <https://doi.org/10.5194/acp-7-1973-2007>

Turco, Richard P., Owen B. Toon, Thomas P. Ackerman, James B. Pollack, and Carl Sagan. "Nuclear winter: Global consequences of multiple nuclear explosions." *Science* 222, no. 4630 (1983): 1283-1292. <https://doi.org/10.1126/science.222.4630.1283>

Vömel, Holger, Stephanie Evan, and Matt Tully. "Water vapor injection into the stratosphere by Hunga Tonga-Hunga Ha'apai." *Science* 377, no. 6613 (2022): 1444-1447. <https://doi.org/10.1126/science.abq2299>

Wellerstein, Alex. "NUKEMAP v.2.72". Available at: <https://nuclearsecrecy.com/nukemap/>

Wolfson, Richard, and Ferenc Dalnoki-Veress. "13: Effects of Nuclear Weapons." In *Nuclear Choices for the Twenty-First Century: A Citizen's Guide*. (MIT Press, 2021): 281-304. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11993.003.0017>

Xia, Lili, Alan Robock, Kim Scherrer, Cheryl S. Harrison, Benjamin Leon Bodirsky, Isabelle Weindl, Jonas Jägermeyr, Charles G. Bardeen, Owen B. Toon, and Ryan Heneghan. "Global food insecurity and famine from reduced crop, marine fishery and livestock production due to climate disruption from nuclear war soot injection." *Nature Food* 3, no. 8 (2022): 586-596. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00573-0>

Yu, Pengfei, Owen B. Toon, Charles G. Bardeen, Yunqian Zhu, Karen H. Rosenlof, Robert W. Portmann, Troy D. Thornberry et al. "Black carbon lofts wildfire smoke high into the stratosphere to form a persistent plume." *Science* 365, no. 6453 (2019): 587-590. <https://doi.org/10.1126/science.aax1748>