Ядерный голод

Резкое изменение климата и многолетний голод будут последствиями даже локального применения ядерного оружия.

Мэтт Бивенз,
доктор медицинский наук

Врачи мира за предотвращение ядерной войны (ВМПЯВ)

Ядерный голод

Резкое изменение климата и многолетний голод будут последствиями даже локального применения ядерного оружия

Признание

Международная организация «Врачи мира за предотвращение ядерной войны» признательна за многолетний и значимый труд физикам, биологам, климатологам и другим ученым, которые постарались ответить на вопрос: «Каковы возможные последствия использования ядерного оружия?»

Мы также хотим поблагодарить Международную кампанию за ликвидацию ядерного оружия (ICAN) за значимую финансовую поддержку.

Дизайн Эмма Пайк
Иллюстрации Даниеля Медины
Перевод Мария Смирнова, Марк Тульчинский, и Мэтт и Светлана Бивенс

Содержание

Предисловие 3

Годы без лета 5

Тревожные выводы научных исследований об «небольшие» ядерной войне 7

Повреждение озонового слоя. 8

Даже «небольшие» войны вызывают беспрецедентный неурожай 9

Арсеналы увеличиваются, пожары усиливаются 11

Ядерный голод 13

Последствия упадка общего количества доступных калорий на 50% 14

В нескольких минутах от катастрофы 17

Оценка общественного здравоохранения 19

Источники 21

Предисловие

С момента появления ядерного оружия стало понятно, что глобальная ядерная война может стать причиной уничтожения современной цивилизации и гибели большинства человечества. Однако, каковы последствия применения ядреного оружия в «небольшом региональном» конфликте при использовании лишь малой части современного ядерного арсенала?

Голод может стать причиной смерти трети населения земли — даже если в конфликте будет задействовано только 3% мирового ядерного арсенала.

Согласно современным исследованиям, обзор которых приведен в этом докладе, даже «ограниченный» или «региональный» военный конфликт с применением ядерного оружия будет иметь общемировые последствия. Более того, разрушения будут намного страшнее, чем предполагалось всего несколько лет назад. Применение менее одной двадцатой части мирового ядерного арсенала катастрофически изменит климат, разорвет глобальные цепочки поставок продовольствия, и, скорее всего, нарушит общественный порядок. Голод и беспорядки повлекут за собой смерть сотней миллионов, а возможно и миллиардов людей.

«Ядерные бомбы, направленные на города и индустриальные центры, создадут огненный шквал. В результате множество тонн пепла поднимется в атмосферу и быстро охладит планету», говорится в крупном исследовании, опубликованном в августе 2022 г. в журнале Nature Food[1].

Международная команда ученных, под руководством профессора Ратгерского университета Лили Ся, оценила сколько пепла может образоваться при различных сценариях ядерного конфликта между Индией и Пакистаном. Было спрогнозировано насколько понизиться глобальная температура, как изменится урожайность и какое количество людей погибнет от голода. Ученые посчитали: десятки миллионов погибнут непосредственно в зоне военного конфликта. Однако, это число будет незначительным в сравнении с количеством жертв голода, который будет продолжаться месяцами и даже годами по всему миру. В результате войны между Индией и Пакистаном от голода могут погибнуть более 2 миллиардов человек.

«Голод может стать причиной смерти трети населения Земли» – указывают авторы – «и это при том, что в [гипотетическом] конфликте между Индией и Пакистаном будет задействовано менее 3% мирового ядерного арсенала».

Таблица 1. Пять сценариев конфликта с применением ядерного оружия Индией и Пакистаном (адаптирована по Xia et al., Nature Food, August 2022)

Сценарий конфликта	Масса образовавшегося пепла, блокирующего солнечный свет Тг (тераграмм или млн. тонн)	Количество прямых жертв	Количество людей, которые умрут от голода в течении первых двух лет
100 бомб по 15 килотонн	5 Тг	27 млн	260 млн
250 бомб по 15 килотонн	16 Тг	52 млн	930 млн
250 бомб по 50 килотонн	27 Тг	97 млн	1.4 млрд
250 бомб по 100 килотонн	37 Тг	127 млн	2.1 млрд
500 бомб по 100 килотонн	47 Тг	164 млн	2.5 млрд

Пять вышеприведенных сценариев ядерного конфликта соответствуют размеру ядерных арсеналов в регионах. Исследователи использовали в своих оценках данные о населении планеты за 2010 год. На тот момент население Земли оценивалось в 6.7 млрд. – сегодня на Земле около 8 млрд.[2]. Согласно подсчётам, ядерный конфликт между Индией и Пакистаном может стать причиной смерти каждого третьего человека на Земле.

Согласно подсчётам, ядерный конфликт между Индией и Пакистаном может стать причиной смерти каждого третьего человека на Земле.

В этих сценариях предполагается, что 97% мирового ядреного оружия а мире не будет использовано. Рассматриваемые сценарии гипотетического ядерного конфликта между Индией и Пакистаном имеют предпосылки – эти страны часто воевали друг с другом, на границе между ними продолжает сохраняться высокий уровень напряженности, оба государства включают использование ядерного оружия в свои военные доктрины. Однако, авторы Nature Food отмечают, что конкретное место ядерного конфликта не так уж и важно. Независимо от того, где случиться конфликт: на Ближнем Востоке, в Южной Азии или центральной Европе, – мегатонны пепла от пожаров попадут единую атмосферу Земли.

Годы без лета

Мощные взрывы и большие пожары могут вызвать серьезные климатические изменения. В истории Земли уже наблюдались резкие похолодания как после сильных вулканических извержений, так и после падения метеорита, приведшего к вымиранию динозавров. (Исследователи также полагают, что снижение температуры имело место и в ходе Второй мировой войны, однако результаты исследования неоднозначны[3]).

Крупнейшее за последние 500 лет извержение индонезийского вулкана Тамбора в 1815 году привело к выбросу в стратосферу миллионов тонн (тераграмм, Тг) серы и пепла. Сульфатный аэрозоль разнесся по всему земному шару и долго не оседал на поверхность Земли, поскольку дрейфовал над дождевыми облаками. Годом позже пепел все еще оставался в верхних слоях атмосферы, из-за чего 1816 год стал известен на северо-востоке США как «год без лета» – год с постоянно пасмурным небом, неурожаем и голодом. В Европе, измученной 25-летними Наполеоновскими войнами, этот год был необычайно влажным и холодным, что привело к голоду и распространению эпидемии тифа[4].

При ядерном взрыве создаётся температура в четыре раза горячее, чем в ядре Солнца

При ядерном взрыве на мгновение создаётся температура в четыре раза выше, чем в ядре Солнца[5]. В результате детонации ядерной бомбы над городом может образоваться огненная буря – всеобъемлющий пожар, создающий ураганной силы ветер, который неимоверно усиливает огонь. Могут ли ядерные атаки по нескольким городам привести к таким же экологическим последствиям, как извержение Тамборы? Большинство климатических моделей показывают, что да. Более того, похолодание может быть более суровым и устойчивым, чем когда-либо наблюдавшееся после вулканического извержения. Пепел от горящих городов поднимется выше облаков, распространится вокруг Земли и останется там на годы. Пепел и сажа затруднят попадание солнечных лучей на поверхность планеты: температура упадет, что приведет к катастрофическому неурожаю.

Международная команда ученых так же постаралась впервые предположить последствия, которые ждут цивилизацию после полномасштабного ядерного конфликта между США и Россией. По их оценкам 5 млрд из 6.7 млрд населения Земли погибнут в течении двух лет.

годов, когда были опубликованы первые работы описывающие так называемую ядерную зиму[6, 7, 8, 9]. Новые исследования[10, 11], использующие более точные климатические модели и гораздо более мощные компьютеры, подтверждают выводы сорокалетней давности сделанные Карлом Саганом и многими другими: ядерная зима, вызванная ядерной войной между Соединенными Штатами Америки и Россией, будет длиться более десятилетия. Большенство населения Земли умрёт от её последствий.

Международная команда ученых, под руководством группы из Ратгерского университета, работая над оценкой количества жертв голода в результате регионального конфликта между Индией и Пакистаном, так же постаралась впервые предположить последствия, которые ждут цивилизацию после полномасштабного ядерного конфликта между США и Россией. По их оценкам 5 млрд из 6.7 млрд населения Земли погибнут в течении двух лет[1].

Согласно этому прогнозу, в течении 2х лет после ядерной войны из каждых четырёх человек на Земле погибнет три. Таким образом, подтверждается опасение, что Человечество зависит от прихоти военной бюрократии США и России. Вашингтон и Москва сократили свои ядерные арсеналы со времён Холодной войны, но они по-прежнему остаются колоссальными. А сегодняшняя ситуация подталкивает эти страны к очередному наращиванию ядерных арсеналов, которые суммарно достигают 90% мирового ядерного вооружения[12, 13].

Как обстоят дела у других ядерных держав? В ядерный клуб входят: Франция, Великобритания, Израиль, Индия, Пакистан, Китай и Северная Корея. Их «небольшие», в сравнении с США и Россией, запасы ядерного оружия пополняются из года в год. Научные исследования о последствиях применения ядерного оружия также не стояли на месте. Они показывают, что «второстепенных» ядерных держав не существует.

Может возникнуть заблуждение, что Франция или Пакистан являются всего лишь региональными военными державами, однако Париж и Исламабад обладают достаточным количеством ядерного оружия для изменения климата и начала затяжной ядерной зимы[14, 15]. Стало понятно, что у любой из стран ядерного клуба достаточно вооружения, что бы погрузить весь мир в страдания: в продовольственный и в социальный кризисы, которые приведут к массовой гибели людей.

Более того, из анализируемых источников вытекает, что силы, способные уничтожить цивилизацию находятся не только в руках девяти правительств, но и в руках многих лиц находящихся на более низких уровнях военной иерархии. Каждый командир американской подводной лодки типа «Огайо» или российской подводной лодки проекта «Борей» имеет в своём распоряжении ядерный арсенал сравнимый с арсеналом таких стран как Пакистан или Франция[16]. Сейчас на боевом дежурстве находятся 14 подлодок типа Огайо и 5 подлодок проекта Борей.[12, 13]

Может возникнуть ложная видимость, что Франция или Пакистан являются всего лишь региональными военными державами, однако Париж и Исламабад обладают достаточным количество ядерного оружия для изменения климата и начала затяжной ядерной зимы.

Тревожные выводы научных исследований об «небольшие» ядерной войне

В 2007 году климатологи Брайан Тун и Алан Робок вместе с коллегами опубликовали важную работу, в которой смоделировали гипотетический военный конфликт между Индией и Пакистаном. В условиях модели каждая страна использовала 50 ядерных бомб против своего противника, что составляет менее чем 0.5% от всего мирового ядерного запаса (и примерно треть от суммарного количества ядерного вооружения Пакистана и Индии[15, 19]).

Это исследование стало одной из первых работ в области оценки «малых», региональных ядерных конфликтов и положило начало целой плеяде исследований (**табл. 3**). Прогнозы были глобальными и апокалиптичными:

5 млн. тонн

Более 5 Тг пепла, который когда-то был городом Мумбаи или Карачи, поднимется в стратосферу и погрузит мир во тьму на несколько лет.

1,3°C

Средняя температура упадёт примерно на 1,3 С°, что негативно скажется на объёмах урожая.

2 млрд

до 2 млрд человек — почти каждый третий на планете — окажется под угрозой смерти от голода

Опираясь на это и другие исследования[20, 21, 22, 23] в 2013 году организация «Врачи мира за предотвращение ядерной войны» подготовила доклад, в котором отмечалось, что ограниченная ядерная война может стать причиной голода до 2 млрд человек – почти каждого третьего человека проживающего на планете в то время.[24]

Резкое похолодание на 1,3°C стало бы серьёзным шоком для планеты. Для сравнения, международное сообщество очень обеспокоено повышением температуры на 1°C от начала индустриальной эры. Правительства многих стран тратят немыслимое количество ресурсов, чтобы остановить глобальное потепление на отметке 1,5-2°C относительно пре-индустриальной эры.

Понижение температуры может оказаться не самым страшным. Резкое падение температуры на 1,3°C – это лишь один из эффектов от попадания пепла в атмосферу. В этих исследованиях не затрагивался другой важный аспект – изменение озонового слоя.

Повреждение озонового слоя

IPPNW

Озон — это молекула, состоящая из трёх атомов кислорода (O_3), в отличии от более известной молекулы кислорода, содержащей два атома (O_2). Молекулы озона составляют озоновый слой Земли, который расположен на высоте 15-30км и который защищает поверхность планеты от ультрафиолетового излучения. Сажа, образовавшаяся в результате ядерного взрыва, может подняться в стратосферу, и будет не только блокировать солнечный свет, но и нагреваться. Это в свою очередь катализирует химические реакции, которые начнут быстро разрушать озон.

В 2008м году научная группа Национального Центра Атмосферных Исследований (НЦАИ) штата Колорадо, под руководством Майкла Миллса смоделировала реакцию озонового слоя на гипотетический ядерный конфликт между Индией и Пакистаном с использованием 100-а боеголовок, каждая из которых по мощности равна бомбе, сброшенной на Хиросиму. Было рассчитано, что при таком сценарии 20% озонового слоя Земли будет уничтожено. Причем в высоких северных широтах – включая США, Канаду, Европу, Россию и Китай – разрушение озонового слоя может достигнуть до 50-70%[23].

Несколькими годами позже, в 2014 году, Миллс и его коллеги использовали обновленные данные, чтобы заново оценить последствия гипотетических взрывов 100-а ядерных боеголовок в Индии и Пакистане. Оказалось, что это приведёт к «беспрецедентному разрушению озонового слоя» над густонаселенными районами. (Эта модель, как и другие, также предсказывает катастрофическое похолодание в результате образования огромного количества сажи, блокирующей солнечный свет, и отмечает, что это «приведёт к самой холодной средней температуре земной поверхности за последние 1000 лет». Миллс с соавторами утверждают, что низкая температура продержится более, чем 25 лет, что повлечет за собой «глобальный ядерный голод»[25]).

Одна из самых последних работ, посвященных озоновому слою, была опубликована в 2021 году под руководством другого исследователя НЦАИ – Чарльза Бардина. В этом исследовании использовалась обновлённая химико-климатическая модель. Однако, вывод был таким же – ядерная война регионального масштаба вызовет повреждение 25% озонового слоя, на восстановление которого потребуется как минимум 12 лет[26].

Без защитного озонового слоя Земля будет больше подвержена жёсткому ультрафиолетовому излучению. Конкретные последствия этого еще не были проанализированы во всех деталях, но очевидно, что это приведет к увеличению количества солнечных ожогов, случаев развития рака, появления катаракт, ослабления иммунитета и ускоренного старения кожных покровов (появление морщин, пигментных пятен и потери тонуса). Возможно, наиболее важным последствием окажется отрицательное воздействие ультрафиолетового излучения на рост сельскохозяйственных культур. Все это произойдет в дополнение к предсказанной катастрофе сельского хозяйства, в моделях, ориентированных только на глобальное похолодание.

Парадоксально, но условия на поверхности Земли будут ухудшаться как из-за недостатка солнечного света, так и из-за возросшего уровня ультрафиолетового излучения.

(Как утверждают Ся и её коллеги в публикации в Nature Food: «дальнейшие исследования необходимы» для многих аспектов ядерной войны, таких как: ущерб от ультрафиолетового излучения (из-за повреждения озонового слоя Земли), последствия выпадения радиоактивных осадков, доступности питьевой воды, и изменения численности насекомых).

Даже без подробностей всех возможных последствий региональной ядерной войны, одного только осознания последствий экранирующего действия сажи на солнечный свет уже достаточно, чтобы ужаснуться.

Даже «небольшие» войны принесут беспрецедентный неурожай

Йонас Ягермейер из Института Космических Исследований Годдарда (НАСА) в 2020 году опубликовал статью, где рассмотрел шесть основных сельскохозяйственных культур в контексте гипотетического конфликта Индии и Пакистана с применением 100-а ядерных боеголовок по 15 килотонн каждая. (Подчеркнём, что смоделированы могут быть и другие конфликты. Например, война между Китаем и Северной Кореей, или обмен ядерными ударами между Россией и НАТО в рамках украинского конфликта. Предполагая, что цели и мощность примененных ядерных арсеналов будут схожими, то и последствия также будут соизмеримы. Для удобства сравнения результатов многие сценарии описывают гипотетический конфликт между Индией и Пакистаном).

В этой модели 5 Тг сажи, выброшенной в атмосферу, приведет к похолоданию на 1,8^{O}С, и, как минимум, к 5-ти годам плохого урожая. Наибольшие потери будут отмечаться в странах, расположенных выше 30-го градуса северной широты: США, странах Европы, России и Китае, которые являются главными производителями зерновых для всего мира. Объём урожая кукурузы и пшеницы – главных сельскохозяйственных культур – упадет на 13%, что приведет к «беспрецедентным в современной истории последствиям для мировой пищевой безопасности » [27].

Единственная противоположная точка зрения принадлежит ученым из Национальной Лаборатории ядерного оружия в Лос-Аламос, США[28]. Однако модель, которую использует команда из Лос-Аламоса, не была обнародована и не может быть оценена независимым научным сообществом. Авторы также рассматривают гипотетический конфликт между Индией и Пакистаном, однако в модели были использованы не густонаселенные районы городов Индии и Пакистана, а пригородных территорий США. В опубликованных результатах представлены спутниковые съемки этого американского пригорода.

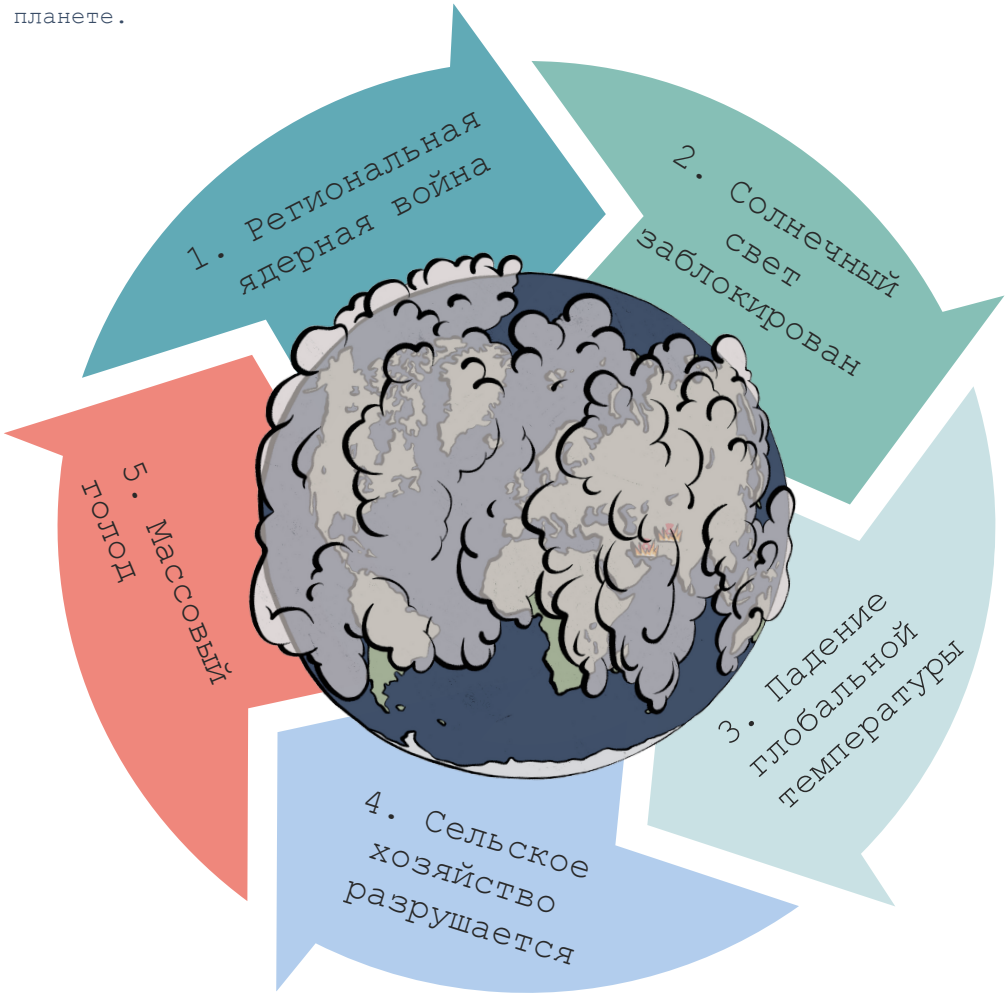
Робок с соавторами выступили с критикой работы коллег – «пригород Атланты с полями для гольфа, детскими площадками и частными домами с большой приусадебной территорией резко отличаются от перенаселенных городов Индии и Пакистана по количеству материала, который может сгореть при ядерном взрыве»[29].

Расчеты других ученых также указывают на некорректную оценку коллегами из Лос-Аламоса количества топлива, способного поддерживать огненный смерч, как минимум в 10 раз[30]. Модель ученых из Лос-Аламоса предполагает горение города только в течение 40 минут, однако пожары в городах в ходе Второй мировой войны длились часами и даже сутками. Также эта модель не учитывает вероятности разрывов газопроводов, и учитывает только те погодные и климатические условия, которые не способствуют развитию такого явления как огненный смерч[29]. (Военные США знают об огненных смерчах. Например, в боях Второй мировой войны огненные смерчи возникали как случайно, так и преднамеренно – наиболее известные из которых огненный смерч, возникший при бомбардировке Токио, и огненный смерч Хиросимы. Несмотря на это, хорошо известно, что многие годы Пентагон либо минимизирует, либо с запозданием оценивает опасность огненного смерча, вызванного применением ядерного оружия[5]).

Тем временем, сама природа будто протестует против выводов, сделанных в лабораториях Лос-Аламоса. В работе 2018 года, утверждается, что в случае регионального ядерного конфликта «маловероятен» подъем образовавшегося облака из сажи и пыли в стратосферу – «вывод сделан на основании изучения ... крупных лесных пожаров». Опубликованные данные о крупных пожарах в Канаде в 2017, а так же Австралии в 2019 и в 2020 подтверждают факт выброса огромного количества сажи высоко в стратосферу. Сажа и дым австралийских пожаров находились в стратосфере на протяжении нескольких месяцев в количествах сравнимых с объемами сажи в результате вулканических извержений[31]. Сажа от лесных пожаров в Канаде поднялась на 12 км в виде пирокумулятивного облака – вертикальной грозовой тучи, подпитываемой пожаром. Вследствие того, что она поглощала часть солнечного света и нагревалась, её постоянно поднимало всё выше и выше на протяжении следующих двух месяцев. В итоге сажу можно было обнаружить на высоте 23-х км[32]. Таким образом, наблюдения за крупными пожарами противоречат выводам ученых из Лос-Аламоса и подтверждают модели Миллса, Робока и других независимых специалистов.

Рисунок 1: Глобальная катастрофа после «ограниченной» ядерной войны

В «малой» ядерной войне может быть задействовано только 3% или меньше мирового ядерного арсенала, но она все равно принесет тьму, холод, неурожай и голод по всей планете.



1 Ядерный Война

В индийско-пакистанской ядерной войне дым и сажа от ядерных пожаров поднимутся в стратосферу, распространяются по всему миру и останутся там на долгие годы.

2 Солнечный свет заблокирован

Это заблокирует поступление солнечного тепла а также разрушит озоновый слой, который защищает жизнь на Земле от вредного ультрафиолетового излучения. Земля становится холоднее, в то время как солнечный свет становится жестче.

3 Падение глобальной температуры

Средние температуры по всему миру быстро понизится. За несколько лет температура на планете будет напоминать Ледниковый период.

4 Сельское хозяйство разрушается

Сельское хозяйство разрушается. Объем доступных пищевых калорий во всем мире резко упадет.

5 Массовый голод

Отсутствие продовольствия вызывают общественные беспорядки и массовый голод в невиданных ранее масштабах.

Наука продолжает исследования учитывая рост городов, ядерных арсеналов, пожаров.

Леденящий душу вопрос «как много горючего может вспыхнуть в городе, который охватил пожар?» постоянно возникает в моделях ядерной войны. «Топливная загрузка» – термин, объединяющий всё, что может поддерживать горение после ядерного взрыва: от деревьев и людей, до бензина и пластика. Несмотря то, что климатологи и физики постоянно обновляют свои расчеты, они всегда остаются немного позади, поскольку рассматриваемые города активно растут и наращивают свою «топливную загрузку».

Прямые последствия – беспрецедентны. Только в первые дни погибнет от 50 до 125 млн человек – больше, чем за всю Вторую мировую войну.

За 15 лет с момента первых публикаций очень многое изменилось. Города Южной Азии, полуострова Индостан, немного разрослись, увеличив количество горючего материала в случае ядерной атаки. Пополнились и ядерные арсеналы. Точные данные об ядерных запасах Индии и Пакистана – это засекреченная информация. Однако считается, что каждая из этих стран имеет около 150 ядерных зарядов по 5-40 килотонн (кт)[15, 19]. (Китай, который не учитывается в моделях, но имеет границы с обеими державами, обладает примерно 350-ю ядерными боеголовками. Некоторые из них малой мощности, большая часть – заряды по 200-300 кт, а также несколько сверхмощных зарядов по 5000 кт[33]. Соседняя Северная Корея располагает 10-20 боеголовками неизвестной мощности, уже были зафиксированы испытания ядерных взрывов, один из которых имел мощность свыше 100 кт[34].)

В сентябре 2019 года Тун с соавторами опубликовали статью, в которой привели несколько новых сценариев, учитывающих изменения в арсеналах. В их работе моделировались последствия применения 250-ти ядерных боеголовок – по 15 кт, 50 кт и 100 кт зарядов. Также был рассмотрен ещё один сценарий с крупным, но всё ещё региональным, конфликтом, с 500-ми боеголовками по 100 кт каждая[35]. (Самый драматичный сценарий подразумевается использование большего количества ядерного оружия, чем имеется в распоряжении Индии и Пакистана. Авторы таким образом постарались учесть постоянный рост ядерных арсеналов. Если в конфликт окажется вовлечен и Китай, то число используемых ядерных боеголовок легко может возрасти до 500-ста единиц. Подчеркнём, что даже в самом драматичном сценарии рассматривалось использование менее, чем 4% мирового ядерного вооружения. На **рисунке 2** сравниваются все рассмотренные в статье сценарии с имеющимися ядерными арсеналами по странам.)

Сценарий 1:
250 ядерных взрывов по **15 кт** каждый

Сценарий 2:
250 ядерных взрывов по **50 кт** каждый

Сценарий 3:
250 ядерных взрывов по **100 кт** каждый

Сценарий 4:
500 ядерных взрывов по **100 кт** каждый

Прямые последствия гипотетических конфликтов катастрофичны. Оценивается, что немедленно погибнет от 50 000 000 до 125 000 000 человек, то есть за несколько часов или дней погибнет больше людей, чем за всю Вторую мировую войну.

Воздействие на климат также будет колоссальным.

В наименьшей модели – при использовании 250-ти боеголовок по 15 кт, будет выброшено 16 Тг пепла и сажи, что приведет к снижению глобальной температуры на 2,5°C. (Напоминаем, что в ранее рассмотренных исследованиях, которые опирались на арсеналы меньших мощностей и предполагали задействование куда меньшего числа зарядов, предсказывалось образования 5 Тг сажи с понижением температуры на 1,3°C).

В остальных сценариях прогноз только ухудшается. Война с использованием 50 кт зарядов приведет к образованию 27 Тг сажи и уменьшению температуры на 4,5°C. Война с использованием 250-ти боеголовок, по 100 кт каждая, приведет к образованию 37 Тг сажи и уменьшению температуры на 5,5 C°.

При наиболее жестоком сценарий конфликта на полуострове Индостан, с использованием 500-ста боеголовок по 100 кт, образуется 47 Тг сажа и температура уменьшится на 6,5°C.

Для сравнения, в последний ледниковый период, когда люди сражались с мамонтами и саблезубыми тиграми, средняя температура на Земле была на 6°C ниже, нежели сегодня. Хотя понижение температуры произойдёт по всему миру, похолодание в Северной Америке, Европе и Азии будет наиболее сильным. Количество осадков уменьшиться, а пригодное для сельского хозяйства время сократиться.

Для сравнения, в последний ледниковый период, когда люди сражались с мамонтами и саблезубыми тиграми, средняя температура на Земле было на 6°C ниже, нежели сегодня.

Сценарий 1:
16 Тг сажи и глобалъное похолодание на **2,5°C**

Сценарий 2:
27 Тг сажи и глобалъное похолодание на **4,5°C**

Сценарий 3:
37 Тг сажи и глобалъное похолодание на **5,5°C**

Сценарий 4:
47 Тг сажи и глобалъное похолодание на **6,5°C**

Ученые также продолжают моделировать последствия крупных ядерных столкновений между США и Россией. Исследование, опубликованное в 2019 году, Институтом Космических Исследований Годдарда (НАСА) рассматривает гипотетический сценарий и предсказывает образования не 5 или 16, а 150 миллионов тонн сажи. Результатом для Северного полушария станут многие годы с температурой даже летом ниже нуля.[10]. Тун и его коллеги, в дополнение к моделированию региональных войн в Индостане, также смоделировали крупномасштабную американо-российскую ядерную войну и пришли к тем же выводам. Ся и её коллеги в своем анализе в 2022 г. в журнале Nature Food подсчитали, что в результате сокращения доступных калорий погибнет большинство людей на Земле.

Ядерный голод

После регионального ядерного конфликта, людям придется научиться жить в тёмном, холодном и негостеприимным мире. Ся с соавторами подробно рассмотрели это в публикации в Nature Food. Отправной точкой являются сценарии региональных конфликтов и их влияние на климат взятые из статей Туна и его коллег от 2007 и 2019 годов. В новой публикации впервые дополнительно были оценены изменения объемов добычи морского рыболовства и урожаи основных сельскохозяйственный культур (риса, пшеницы, кукурузы, маиса и соевых бобов).

Главный вывод – наступит беспрецедентный мировой голод. В результате каждого из этих сценариев общий объём пищевых калорий в последующие за конфликтом 7-8 лет резко сократится. Даже самый незначительный ядерный конфликт приведёт к рекордному снижению производства продуктов питания за все время ведения статистики ООН. Наибольший недостаток в пище будет наблюдаться в высоких широтах Северного полушария: в Канаде, в США, в Европе, в России и в Китае. При этом важно отметить, что жители Средней и Восточной Азии, Африки зависят от поставок продуктов из перечисленных выше стран.

При развитии событий по сценарию, когда Индия и Пакистан применяют боеголовки мощностью 15 кт, общая калорийность произведенных пищевых продуктов упадет примерно на 23%. При использование боеголовок в 50 кт – на 33%. При применение боеголовок в 100 кт – на 41%.

При «экстремальном» сценарии — использование 500-ста боеголовок по 100 кт — общая калорийность упадет на 48%. «Экстремальный» конфликт все ещё остается региональным и в нем предполагается использование лишь незначительной части мирового ядерного арсенала.

Важно заметить, что оценивается объём произведенных продуктов питания, а не «доступных продуктов питания», которые можно подать к столу в отдельно взятом доме/квартире. Произведенные продукты питания никогда не распространяются равномерно между странами и людьми, а особенно вовремя кризиса. Даже при незначительном снижении производства продуктов питания, быстро разгоняется инфляция и снижается экспорт продовольствия.

Например, голод в Бенгалии 1943 года был вызван паникой, хотя количество пищевых продуктов сократилось всего на 5%. Цены на продукты питания взлетели и от голода умерло около 3 млн человек. Трудно представить, что произойдет если количество продуктов питания на Земле уменьшится на 23%, 33%, 41% или 48%.

Государствам по всему миру придется принимать отчаянные меры, чтобы приспособиться. Например, в первый год после начала войны домашний скот может быть забит, как из-за необходимости пропитания людей, так и для экономии кормовых культур, которые станут рационом людей. Объем бытовых пищевых отходов (в среднем по миру они составляют 20%[1]) также будет сокращен. Актуальным станет потребление несъедобных видов рыб. Мировая торговля может остановиться, поскольку страны постараются избежать экспорта продовольствия. Ся с соавторами рассмотрели все эти возможные варианты. Однако, как только количество продуктов питания уменьшится на четверть или на половину, человечество будет голодать вне зависимости от принятых мер.

В результате каждого из этих сценариев общий объём пищевых калорий в последующие за конфликтом 7-8 лет резко сократится.

Какие последствия уменьшения количества доступных калорий в мире почти на 50%?

Потребность в пище и калориях сильно зависит от возраста, пола, уровня активности, веса и сопутствующих медицинских проблем. Согласно данным Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединённых Наций (ФАО), среднемировое количество составляет примерно 2884 ккал/день. Для поддержания здоровья и нормальной активности потребление должно составлять около 2350 ккал/день. В чрезвычайных ситуациях минимальной суточной нормой считается 2100 ккал/день. Организации международной гуманитарной помощи также считают такое количество калорий порогом для определения недоедания [36].

Ся и коллеги использовали 1911 ккал/день как порог для определения недоедания. Они рассчитали для каждой нации/страны какое количество людей будут хронически надоедать и, результате умрут от голода.

Это детально проработанная модель, в которой учитываются многие крайние меры – употребление людьми в пищу корма для скота, несъедобной рыбы и пищевых отходов. Однако, моделируются только неурожаи вызванные блокировкой солнечного света из-за попадания сажи в атмосферу. При этом не были учтены такие важные факторы, как: воздействие радиации, повышенного ультрафиолетового излучения из-за разрушения озонового слоя, мировой обвал экономики и нарушение общественного порядка. Таким обозом, последствия после ядерной воины остаются недооцененными.

При любом варианте, прогнозируемые результаты откровенно ужасны (см. **табл. 2**)

Ся и её соавторы рассчитали количество людей, которые умрут от голода через два года после гипотетического регионального ядерного конфликта среднего масштаба. Война, в которой будет использована лишь малая доля мирового ядерного арсенала приведёт к гибели 2,1 млрд человек, многие из которых будут находится на другом конце света. Более крупный региональный конфликт — ещё раз подчеркнём, что такой конфликт не предполагает участия основных ядерных держав США и России, но задействует большую долю ядерных арсеналов таких стран как Индия, Китай, Пакистан, Израиль, Великобритания или Франция — такой конфликт уничтожит 2,5 млрд человек.

Таблица 2. Смертность (в миллионах) к концу второго года при разных сценариев ядерной войны.

Предполагается, что домашний скот был забит, корма для животных перенаправлены на потребление человеком, а международная торговля продуктами питания остановлена. Здесь не включается смертность связанная с разрушением озонового слоя, с радиацией или в следствие прямых войных действий.

Страна (население в миллионах в 2010 г.)	Сценарий 0: детонация 100 малых (15 кт) боеголовок приведет к выбросу 5 Тг сажи и глобальному похолоданию на -1,3°C.	Сценарий 1: детонация 250 малых (15 кт) боеголовок приведет к выбросу 16 Тг сажи и глобальному похолоданию на -2,5°C.	Сценарий 2: детонация 250 средних (50 кт) боеголовок приведет к выбросу 27 Тг сажи и глобальному похолоданию на -4,5°C.	Сценарий 3: детонация 250 более крупных (100 кт) боеголовок приведет к выбро 37 Тг сажи и глобальному похо на -5,5°C.	Сценарий 4: Детонация 500 более крупных (100 кт) боеголовок приведет к выбро 47 Тг сажи и глобальному похолоданию на -6,5°C.	Сценарий 5. В результате глобальной ядерн войны образуется 150 Тг сажию Температура даже летом не поднимется выше 0°C.
Весь мир (6,703)	**335.5**	**1,122.4**	1,579.3	2,238.8	2,675.3	5,413
Австралия (22.4)	0	0	0	0	0	0
Австрия (8.4)	0	3.1	4	7.4	7.2	8.4
Бразилия (195.2)	0	0	0	0	0	54
Канада (34)	0	7.5	29.2	33.6	33.7	34
Китай (1,367.4)	25.2	558.4	821.9	1,031.9	1,117.3	1,362.3
Финляндия (5.4)	1.3	5.3	5.3	5.30	5.30	5.30
Германия (83)	0	0	0	61.7	63.9	82.9
Индия (1,205.6)	0	0	0	0	97.1	731.1
Иран (74.5)	0	5.2	17	20.4	23.5	73
Ирландия (4.5)	0	0.6	1	1.7	2.9	4.4
Израиль (7.4)	5	5.1	5.2	5.3	5.6	7.1
Италия (60.5)	0.2	5.3	13.3	28.4	26.9	59.4
Япония (127.4)	79.2	102.8	112.2	119.1	121.9	125.6
Кения (40.9)	5.7	11.6	13.4	16.8	19.9	35.5
Мексика (117.9)	0	18.3	34.9	44.2	61	109.9
Нидерланды (16.6)	1.7	7.5	7.5	10.8	13.7	16.5
Северная Корея (24.	6.3	22.2	22.7	24.4	24.4	24.5
Норвегия (4.9)	3.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8
Пакистан (173.1)	0	0	0	11.1	14.7	140.4
Польша (38.2)	0	0	0	33.9	32.5	38.1
Россия (143.6)	0	78.4	114.7	125.4	125.8	142
Южная Африка (51.5)	0	2.1	8	14.1	20	42.8
Швеция (9.4)	1.2	6.7	9.2	9.3	9.3	9.3
Великобритания (62.	0	18.4	26	39	50.5	62.2
США (312.2)	0	0	0	131.1	217.8	309.6

Adapted from Toon et al 2007, Toon et al 2019, and Xia et al 2022.

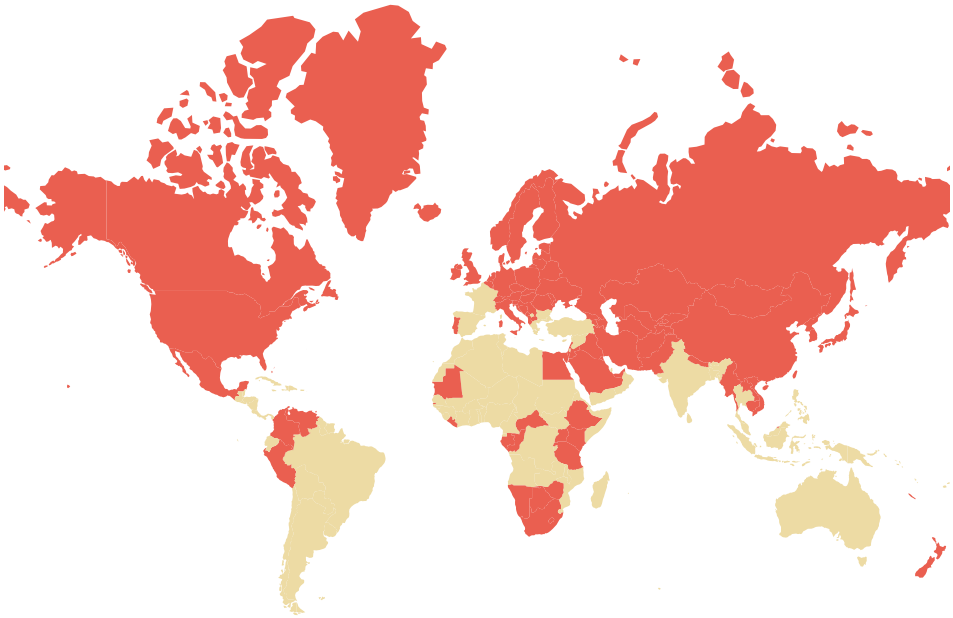
Как можно заметить, количество смертей сильно варьируется от региона к региону. Наибольший дефицит пищевых калорий вследствие резкого похолодания после ядерной войны будут испытывать страны расположенные в высоких широтах Северного полушария. Канада, Финляндия, Норвегия и Швеция пострадают больше всех.

Страны, расположенные в средних широтах северного полушария, такие как Китай, Япония, Россия, США и страны Европы также будут испытывать резкую нехватку продовольствия. Наименьшей негативный эффект будет оказан на урожаи в южных странах, таких как Австралия, ЮАР, Индия и Пакистана.

Минимальные жертвы в Индии и Пакистане могут сбивать с толку – ведь моделируется война между этими странами. Правомерен вопрос – почему, например, Мексика и Япония, находящиеся далеко от эпицентра ядерной войны, пострадают больше, чем сами участники такой войны? Объяснение состоит в том, что модель учитывает только климатические факторы, не принимая в расчет остальные. Например, в модели не учитывается, что города Индии и Пакистана будут лежать в руинах. Модель не учитывает и место военных действий, она лишь показывает общие закономерности. «Небольшой» ядерный конфликт между Россией и НАТО также сильнее повлияет на северные регионы, чем на Индию и Пакистан.

Есть и другие нюансы. Крупные экспортеры сельскохозяйственной продукции (такие как США, Канада, Австралия), а также страны с большим поголовьем скота (те же США) немного легче перенесут изменения в состоянии климата. Они остановят экспорт продовольствия, забьют домашний скот, пустят корма для животных на пропитание людей. В гораздо более тяжелой ситуации окажутся страны-импортеры пищевой продукции начиная от Кении и заканчивая Норвегией.

Некоторые страны имеют настолько удачное сочетание расположения и сельскохозяйственных условий, что кажется, они переживут даже самые ужасные события. Моделирование климата и сельскохозяйственных условий показывает, что, например, Австралия выдержит катастрофические последствия относительно легко. Но следует принимать во внимание, что модель не учитывает множество факторов, включая радиоактивное заражение, разрушение озонового слоя и военные действия. Ся с соавторами в публикации в Nature Food, говоря о всемирном голоде, отмечают: «не сложно представить ситуацию, когда огромный поток голодных беженцев в поисках пищи направится в Австралию и Новую Зеландию.»



Страны, которые наиболее пострадают от ядерного голода

Оранжевым цветом выделены страны, в которых уровень смертности будет наиболее значительным по отношению к их населению. Это основано на сценарии номер 3, использование 250-ти боеголовок по 100 кт каждая. Также, как и в таблице 2, здесь не отражается смертность, связанная с разрушением озонового слоя, с радиацией или в результате военных действий.

В этом докладе предоставлен обзор недавних статей об опасности, которую несет региональный ядерный конфликт для общественного здравоохранения во всем мире. Важно также отметить, что есть и другие исследования, о вариантах начала ядерной войны сразу после лишь несколько минут общения мировых лидеров или по нелепой случайности.

Значительная часть ядерных боеголовок находятся в состоянии готовности к запуску в течение нескольких минут после поступления компьютерного сигнала о возможной ядерной атаке[37,38]. Такой уровень называется режимом «повышенной боевой готовности» или режимом «взведённого курка». В США такой порядок уже давно критикуется как безрассудный и опасный не только учеными или пацифистами, но и многими из тех, кто работал на самых высоких должностях в системе национальной безопасности.

Джордж Буш-младший, будучи кандидатом в президенты США, критиковал режим «повышенной боевой готовности / взведённого курка» как «ненужный пережиток конфронтации времен холодной войны», который «может создать неприемлемые риски случайного или несанкционированного запуска».[39] Барак Обама, также будучи кандидатом в президенты США, тоже критиковал режим повышенной боевой готовности, называя его «опасным реликтом холодной войны», который «увеличит риск катастрофических случаев или ошибок». После его победы на выборах в 2008, на сайте Президента говорилось: «Соединенные Штаты и Россия располагают тысячами единиц ядерного оружия, находящихся в состоянии взведённого курка. Барак Обама считает, что мы должны вывести наше ядерное оружие из этого состояния взведённого курка.»[39].

Высокопоставленные чиновники национальной безопасности США неоднократно осуждали режима «взведённого курка». Бывший директор ЦРУ назвал эту систему «абсолютно безумной», а бывший директор АНБ – «абсурдной». Один из бывших командующих ядерными силами США заявил Конгрессу о том, что Конгресс должен потребовать, чтобы Пентагон вывел ядерное оружие из режима «взведённого курка». Другой бывший командующий ядерными силами посоветовал американцам неистово молиться Богу о прекращении таково режима. Однако, ядерное оружие США и по сей день всё ещё находится в режиме «взведённого курка» . Такова ситуация в стране, которая первая создала ядерное оружие и современную доктрину ядерной войны. Нет оснований полагать, что схожие проблемы не присутствуют у остальных членов ядерного клуба.

Ядерное оружие России не только находится в режиме «взведённого курка», но также встроено в систему «Периметр» (неформально называемую «Мёртвая Рука»). В случае значительного ядерного взрыва в Москве, «Периметр», предполагая, что США нанесли «первый удар», автоматически запустит программу ответного удара по вероятному противнику.[40, 41]. Система была разработана лучшими советскими инженерами, в том числе Валерием Ярыничем, который позже высказывал серьёзную озабоченность о безопасности созданной им системы. В 2012 году американская газета «The Washington Post» опубликовала некролог, посвященный Валерию Ярыничу: «Он усомнился в целесообразности программам ядерного сдерживания, основанным на режиме взведённого пистолета, так называемого режима «взведённого курка» … Он опасался, что просчет системы может привести к случайному или ошибочному запуску … Он без устали разъяснял свою позицию, но государства были глухи к его доводам»[41]. Скорее всего, система автоматического ответного ядерного удара имеется не только в России. Даниэль Эллсберг, известный аналитик в области ядерного вооружения, считает: «Есть все основания полагать … что система типа «Мёртвая Рука» существует в каждой стране, обладающей ядерным оружием »[40].

Если это так, то достаточно нелепой случайности, чтобы запустить события, которые приведут к гибели миллиардов людей. 9 марта 2022 года ядерный конфликт мог начаться из-за запуска Индией крылатой ракеты, способной нести ядерный заряд, которая пересекла границу Пакистана, пролетела 124 км и упала. К счастью, ракета не была оснащена ядерным зарядом. Министерство обороны Индии заявило, что причиной запуска была «техническая неисправность» во время «планового технического обслуживания»[42]. Однако, если бы ракета несла ядерную боеголовку – или, если бы пакистанцы это предположили – жизнь в том виде, в каком мы её знаем, могла бы закончиться еще в марте 2022 года.

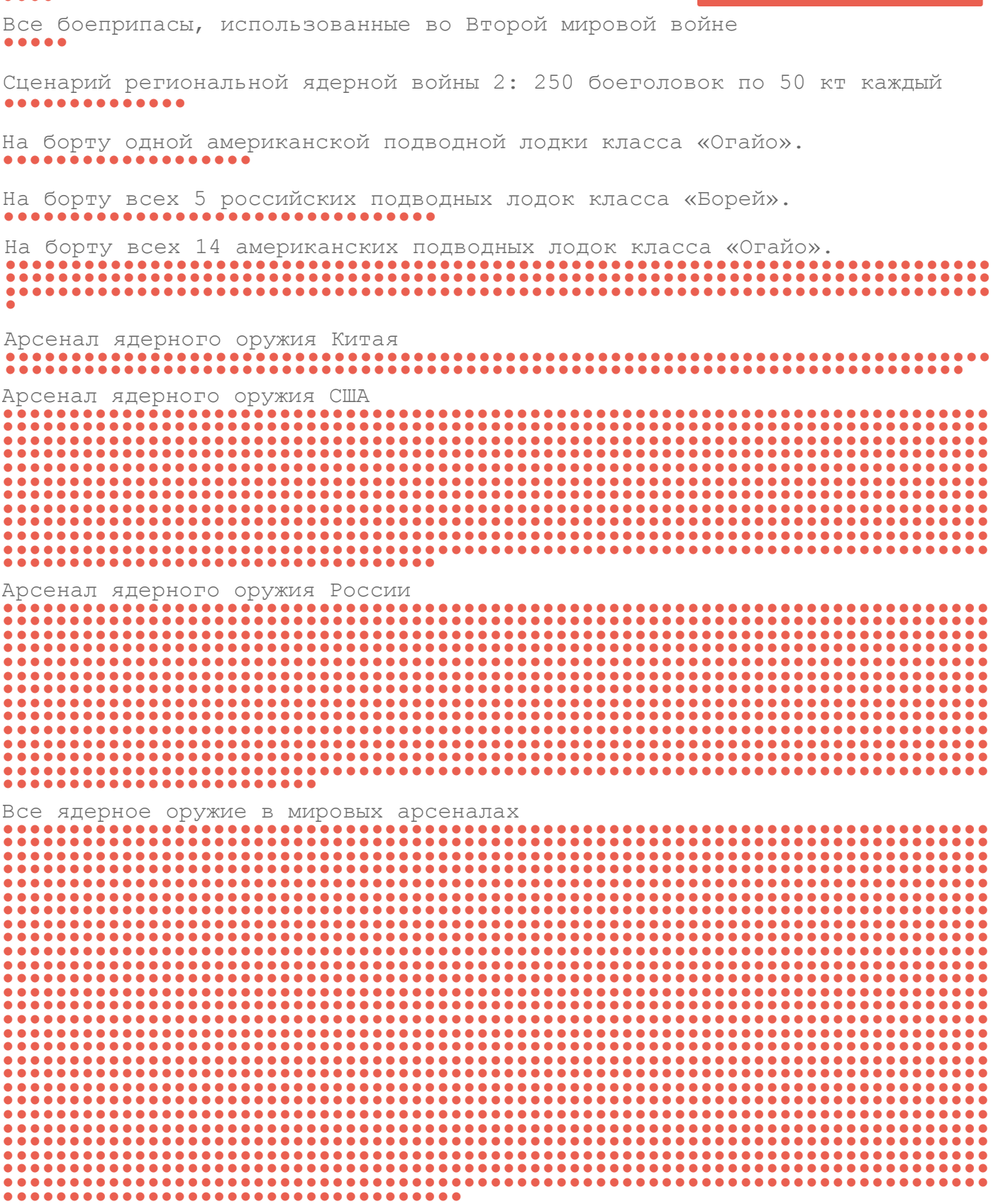
Рисунок 2: Сравнение по взрывной силе

Бомбы, разрушившие Токио – 1,5 килотонны

Бомба, разрушившая Хиросиму - 15 килотонн

• = 1000 кт взрывной силы
Округлено до ближайшей тысячи

Сценарий региональной ядерной войны 1:
250 боеголовок по 15 кт каждая



Источник: Мэтт Корда и Ханс Кристенсен из Федерации американских ученых.

Оценка состояния общественного здравоохранения

Ограниченная ядерная война не приведет к исчезновению человечества. Но почти наверняка станет концом современной цивилизации. Череда «лет без лета» с неурожаями и массовым голодом нарушит все: от международной торговли до общественного порядка. Ни одна цивилизация не выдержит потрясений такого масштаба. Есть все основания полагать, что экономические, политические и технические системы и удобства, которые мы воспринимаем как должное, исчезнут.

Более ранние исследования, моделирующие последствия ограниченной региональной войны с использованием ядерных зарядов меньшей мощности, показали, что до 2 миллиардов человек подвергнуться риску голодной смерти из-за глобального похолодания и неурожая.

Ся и её соавторы вычислили количество людей которые умрут от голода через два года после гипотетического регионального ядерного конфликта среднего масштаба. Война в которой будет использована лишь малая доля мирового ядерного арсенала приведёт к гибели 2,2 млрд человек, многие из которых живут на другом конце света театр военных действий.

Последние исследования моделируют конфликты с использованим более мощных ядерных арсеналов, которые вызовут пожары в разросшихся современных городах. Эти исследования по-прежнему не учитывают такие значительные факторы как экономический крах, повреждение озонового слоя или воздействие радиации. Однако даже в такие прогнозы превосходят предыдущие по своим ужасным последствиям.

Ся и её соавторы вычислили количество людей, которые умрут от голода через два года после ипотетического регионального ядерного конфликта среднего масштаба.

Война, в которой будет использована лишь малая доля мирового ядерного арсенала приведёт к гибели 2,2 млрд человек, многие из которых живут на другом конце света от театра военных действий. Более крупномасштабная «региональная» война — то есть война, не вовлекающая в ход массивные арсеналы США или России, а использующая значительную часть арсеналов ядерных держав второго эшелона (таких как Индия, Китай, Пакистан, Израиль, Великобритания или Франция) — приведёт к гибели 2,6 миллиарда человек. (См. Таблицу 2)

Существует мнение, что вещи, столь очевидно ужасные, никогда не будут допущены. Врачи привыкли слышать подобные рассуждения от пациентов, не желающих смотреть правде в глаза. На самом деле, все врачи знают, что опасные для жизни заболевания, как например артериальная гипертония, могут оставаться незамеченными и игнорироваться годами, но, если их диагносцировать, то пациента можно вылечить и тем самым предотвратить катастрофу.

Если рассматривать ядерную угрозу как болезнь, то в случае ядерной войны лечение будет запоздалым. Мы должны сосредоточиться на профилактике. Единственный способ гарантировать, что ядерное оружие никогда не будет применено — это полностью его ликвидировать. Договор о запрещении ядерного оружия, принятый Генеральной Ассамблеей ООН 7 июля 2017 года и вступивший в силу 22 января 2021 года, обеспечивает правовую и моральную основу для ликвидации ядерного оружия. В интересах общественного здравоохранения мы представляем это краткое изложение важных новых данных о потенциальной угрозе человечеству. Лекарство от этого — профилактика. Профилактика состоит в том, чтобы отказаться от ядерного оружия и полностью его ликвидировать.

Таблица 3: Исследования влияния применения ядерного оружия на климат и сельское хозяйство

Автор, год	Методы исследования	Результаты и выводы
Crutzen and Birks, 1982	Исследованы возможные последствия крупномасштабных городских и лесных пожаров после крупной ядерной войны.	Сделан вывод, что потенциал крупномасштабных пожаров с образованием сажи недооценен. Предсказано истощение озонового слоя и глобальное похолодание.
Alexandrov and Stenchikov, 1	Смоделированы климатические последствия ядерной войны, используя суперкомпьютеры Академии наук СССР.	Предсказано значительное и продолжительное похолодание северного полушария после ядерной войны.
Turco et al., 1983	Смоделировано влияние ядерной войны на атмосферу и глобальный климат.	После крупномасштабной ядерной войны «пыль и дым образуются и окружают Землю в течение 1–2 недель, средний уровень освещенности может снизиться до нескольких процентов от обычного, а температура на поверхности Земли может снизится до -15° —25°C». Даже использование менее 1% мировых арсеналов времен холодной войны привело бы к многомесячному глобальному похолоданию и даже температуры летом ниже 0 °C.
Ehrlich et al., 1983	Рассмотрены возможные последствия крупномасштабной ядерной войны.	«Низкие температуры, низкий уровень освещенности и высокие дозы ионизирующего и ультрафиолетового излучения в течение многих месяцев после крупномасштабной ядерной войны могут разрушить системы биологической поддержки цивилизации … нельзя исключать вымирание самого человеческого вида»
Robock et al., 1984	Рассмотрены возможные последствия крупномасштабной ядерной войны.	Обнаружено, что после крупной ядерной войны отражение солнечного излучения от снега и леда приведет к более длительному охлаждению, чем предполагалось изначально.
Pittock et al., 1989	Трехтомный сборник (объемом более 1000 страниц) современных исследований о влиянии ядерной войны на атмосферу и климат.	Крупномасштабная ядерная война приведет к многолетним климатическим нарушениям и краху сельского хозяйства. Хотя в ядерной войне сразу погибнут десятки миллионов человек, но число погибших от голода в ближайшие месяцы и годы может стать намного больше.
Toon et al., 2007	Смоделированы последствия небольшой или региональной ядерной войны между Индией и Пакистаном. Смоделированы человеческие потери, радиоактивные осадки и образование сажи при обмене 100 ядерными боеголовками мощностью по 15 кт. (На тот момент это составляло 0,1% от взрывной мощности мирового ядерного арсенала).	5 Тг сажи поднимется в верхние слои атмосферы. Миллионы людей погибнут сразу, количество жертв будет сравнимо с числом погибших во время Великой Отечественной войны. Сажа в верхних слоях атмосферы, вероятно, нарушит озоновый слой. Радиоактивные осадки приведут к тому, что большие городские районы будут оставленны и заброшены на десятилетия.
Robock et al., 2007	Смоделировано воздействие на климат 5 Тг сажи, предсказанное Toon et al., 2007.	Среднее глобальное похолодание на 1,25º С сохранится годами. Более резкое похолодание «на несколько градусов по Цельсию» произойдёт над Северной Америкой и Евразией. Среднее глобальное количество осадков уменьшается на 10%. «Похолодание в течение десятилетия после [региональной ядерной войны]… почти в два раза превысит глобальное потепление прошлого века (по амплитуде) … и приведет к более низким температурам, чем в доиндустриальный малый ледниковый период».
Mills et al., 2008	Смоделировано воздействие на озоновый слой при обмене 100 ядерными боеголовками по 15 кт.	Глобальное уменьшение озона на 20%. Над высокими северными широтами, включая Россию, Европу, Канаду и США, озоновый слой уменьшится на 50-70%.
Ozdogan et al., 2012	Смоделировано воздействие 5 Тг сажи предсказанных Toon et al., 2007 на урожай кукурузы и пшеницы в США.	Урожай кукурузы и пшеницы в течение 10 лет в среднем будет падать на 10% в год, при пиковом годовом снижении примерно до 20%. Не были учтены УФ-повреждения вызванные разрушением озонового слоя или влияние ежедневных экстремальных температур.
Xia and Robock, 2012	Смоделировано воздействие 5 Тг сажи предсказанных Toon et al., 2007 на урожай риса в Китае	Показано, что урожай риса в течение 10 лет в среднем будет падать на 15% в год, при этом в течение первых 4 лет среднее снижение составляет более 20% в год .
Xia et al., 2013	Смоделировано воздействие 5 Тг сажи, предсказанное Toon et al., 2007 на климат и сельскохозяйственное производство в Китае.	Урожаи кукурузы, риса и пшеницы упадут на следующий после войны год на 20%, 29% и 53% соответственно. «Это сокращение доступности продовольствия будет продолжаться с постепенным уменьшением амплитуды в течение более десяти лет … ядерная война с использованием намного меньше чем 1% от нынешнего мирового арсенала может привести к глобальному продовольственному кризису и поставить миллиард человек под угрозу голода.»
Stenke et al., 2013	Использована другая система моделирования климата, для проверки результатов климатических моделей используемых Туном, Робоком и Миллсом исследования последствий войны с использованием 100 ядерных боеголовок по 15 кт.	Используя другую химическо-климатическую модель, исследование подтверждает предыдущие результаты о влияние войны на атмосферу.
Helfand, 2013	Обзор литературы по исследованиям влияния малой или региональной ядерной войны на глобальный климат и запасы продовольствия.	«Значительная, устойчивая нехватка сельскохозяйственных продуктов в течение длительного периода приведет к панике и накоплению продовольственных запасов в международном масштабе, поскольку страны-экспортеры приостановят экспорт ... Число людей, которым угрожает голод, вызванный ядерной войной, превысит два миллиарда».
Mills et al., 2014	Обновлены модели воздействия на климат и озоновый слой в случае войны с использованием 100 ядерных боеголовок мощностью 15 кт.	«Глобальные потери озона на 20–50 % над населенными районами - уровнь, беспрецедентный в истории человечества, будут сопровождаться самыми низкими средними температурами поверхности за последние 1000 лет. Мы рассчитали, что летний УФ-индекс над средними широтами повысится на 30–80%, что вызовет широкомасштабный ущерб здоровью человека, сельскому хозяйству, наземным и водным экосистемам. Убийственные заморозки сократят вегетационный период на 10-40 дней в году в течение последующих 5 лет. Температуры на поверхности Земли будут снижены на более чем на 25 лет.»
Reisner et al., 2018	Использованы государственные (не широко доступные) компьютерные модели Национальной лаборатории Лос-Аламоса для прогнозирования климатических последствий войны с использованием 100 ядерных боеголовок по 15 кт.	Компьютерные модели лабораторий ядерного оружия США согласны с тем, что если 5 Тг сажи будет выброшено в верхнии слои атмосферы, то произойдут климатические эффекты, которые предсказанны Робоком, Миллсом, Стенке. Они Однако эта модель предсказывает, что сажи образуется меньшее (3,7 Тг) и что она не поднимется в верхнии слои атмосферы. «Наш анализ показывает, что вероятность значительного глобального похолодания при сценарии ограниченной [войны], как предполагалось в предыдущих исследованиях, крайне маловероятна, и этот вывод подтверждается изучением природных аналогов, таких как крупные лесные пожары и извержения вулканов».
Toon et al., 2019	Обновлены модели воздействия на климат региональной ядерной войны между Индией и Пакистаном, для учитывания более крупных национальных арсеналов и более крупных запасов топлива в мегаполисах региона. Рассмотрены 4 сценария: обмен 250 ядерных боеголовок по 15, 50 или 100 кт уз каждый; и обмен 500 боеголовок по 100 кт уз каждое.	Модели показывают, что более крупные войны, соответственно, приводят к большему выбросу сажи в атмосферу: 16 Тг, 27 Тг, 37 Тг и 47 Тг. Соответствующее глобальное среднее похолодание составляет 2,5 ºC, 4,5 ºC, 5,5 ºC, 6,5 ºC.
Coupe et al., 2019	Обновлены предыдущие прогнозы климатических последствий тотальной ядерной войны между Россией и США с использованием компьютерных моделей Космического центра имени Годдарда НАСА.	«Наступает настоящая ядерная зима… Сильные морозы, когда температура опускается ниже −4 °C, будут наблюдаться летом в течение 2-го и 3-го года, что сделает невозможным выращивание сельскохозяйственных культур в США и России. Украину, Польшу и Германию постигнет та же участь, а в Китае только в юго-восточной части страны летняя температура будет выше нуля».
Jägermeyr et al., 2020	Использовал компьютеры НАСА для моделирования воздействия на глобальную температуру, осадки и производство продуктов питания после войны между Индией и Пакистаном с использованием 100 ядерных боеголовок мощностью 15 килотонн.	Выброс 5 Тг сажи в верхние слои атмосферы вызовет похолодание в среднем на 1,8 ºC в течение следующих 5-10 лет. При этом глобальное среднее количество калорий, получаемых от сельскохозяйственных культур, уменьшится на 13%, а среднее количество доступных калорий в 71й наиболее затронутой стране уменьшится больше чем на 20%. «Шок с поставками продовольствия будет иметь более серьезные социальные последствия, чем любое другое событие, задокументированное в новейшей истории».
Bardeen et al., 2021	Взято, как условие, 5 Тг сажи - предполагаемое последствие войны между Индией и Пакистаном и с помощью климатической / химической модели рассчитано ее воздействие на озоновый слой. (Также смоделирован сценарий с 150 Тг сажи - предполагаемый результат масштабной ядерной войны).	Региональная ядерная война уменьшит глобальный озоновый слой на 25%, и для его восстановления потребуется по крайней мере 12 лет.(Масштабная ядерная война уничтожит 75% озонового слоя, на восстановление которого потребуется 15 или более лет).
Xia et al., 2022	Смоделированы последствия для сельского хозяйства и рыболовной промышленности, а также доступные калории при каждом из сценариев эскалации региональной ядерной войны между Индией и Пакистаном, описанных Toon et al., 2019.	Сценарии эскалации региональной ядерной войны показывают еще большее снижение общего количества доступных калорий во всем мире (на 23%, 33%, 41% и 48%). Голод по всему миру может привести приводят к 2,6 миллиардам смертей, большинство из которых от голода, в течении следующих 2 лет. Отдельно смоделированная крупная ядерная война между Россией и Соединенными Штатами привела к падению доступных во всем мире калорий на 81,3% и гибели 5 миллиардов человек во всем мире, или трех человек из четырех. В исследовании не рассматриваются последствия радиоактивных осадков или повышенного УФ-излучения в результате деградации озонового слоя для сельского хозяйства или здоровья человека.

Footnotes

1. 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, 2022: 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, 586-596, doi:10.1038/s43016-022-00573-0.

2. *United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.* United Nations https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf

3. Robock A, Zambri B. Did Smoke From City Fires in World War II Cause Global Cooling? *J Geophys Res Atmospheres*. 2018;123(18). doi:10.1029/2018JD028922

4. Oppenheimer C. Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815. *Prog Phys Geogr Earth Environ*. 2003;27(2):230-259. doi:10.1191/0309133303pp379ra

5. Eden L. City on fire. *Bull At Sci*. 2004;60(1):32-43. doi:10.1080/00963402.2004.11460746

6. Turco RP, Toon OB, Ackerman TP, Pollack JB, Sagan C. Nuclear Winter: Global Consequences of Multiple Nuclear Explosions. *Science*. 1983;222(4630):1283-1292. doi:10.1126/science.222.4630.1283

7. Crutzen PJ, Birks JW. The Atmosphere After a Nuclear War: Twilight at Noon. In: Crutzen PJ, Brauch HG, eds. *Paul J. Crutzen: A Pioneer on Atmospheric Chemistry and Climate Change in the Anthropocene*. Vol 50. SpringerBriefs on Pioneers in Science and Practice. Springer International Publishing; 2016:125-152. doi:10.1007/978-3-319-27460-7_5

8. Ehrlich PR, Harte J, Harwell MA, et al. Long-Term Biological Consequences of Nuclear War. *Science*. 1983;222(4630):1293-1300. doi:10.1126/science.6658451

9. Pittock AB, Harwell MA, Hutchinson TC, International Council of Scientific Unions, eds. *Environmental Consequences of Nuclear War*. 2nd ed. Published on behalf of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) of the International Council of Scientific Unions (ICSU), by J. Wiley; 1989.

10. Coupe J, Bardeen CG, Robock A, Toon OB. 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. *J Geophys Res Atmospheres*. 2019;124(15):8522-8543. doi:10.1029/2019JD030509

11. Robock A, Oman L, Stenchikov GL. Nuclear winter revisited with a modern climate model and current nuclear arsenals: Still catastrophic consequences. *J Geophys Res Atmospheres*. 2007;112(D13):2006JD008235. doi:10.1029/2006JD008235

12. Kristensen HM, Korda M. Russian nuclear forces, 2020. *Bull At Sci*. 2020;76(2):102-117. doi:10.1080/00963402.2020.1728985

13. Kristensen HM, Korda M. United States nuclear forces, 2020. *Bull At Sci*. 2020;76(1):46-60. doi:10.1080/00963402.2019.1701286

14. Kristensen HM, Korda M. French nuclear forces, 2019. *Bull At Sci*. 2019;75(1):51-55. doi:10.1080/00963402.2019.1556003

15. Kristensen HM, Norris RS, Diamond J. Pakistani nuclear forces, 2018. *Bull At Sci*. 2018;74(5):348-358. doi:10.1080/00963402.2018.1507796

16. Scarry E. The floor of the world. *Bull At Sci*. 2014;70(2):21-35. doi:10.1177/0096340214523242

17. Toon OB, Turco RP, Robock A, Bardeen C, Oman L, Stenchikov GL. Atmospheric effects and societal consequences of regional scale nuclear conflicts and acts of individual nuclear terrorism. *Atmospheric Chem Phys*. 2007;7(8):1973-2002. doi:10.5194/acp-7-1973-2007

18. Robock A, Oman L, Stenchikov GL, Toon OB, Bardeen C, Turco RP. Climatic consequences of regional nuclear conflicts. *Atmospheric Chem Phys*. 2007;7(8):2003-2012. doi:10.5194/acp-7-2003-2007

19. Kristensen HM, Korda M. Indian nuclear forces, 2020. *Bull At Sci*. 2020;76(4):217-225. doi:10.1080/00963402.2020.1778378

20. Xia L, Robock A. Impacts of a nuclear war in South Asia on rice production in Mainland China. *Clim Change*. 2013;116(2):357-372. doi:10.1007/s10584-012-0475-8

21. Özdoğan M, Robock A, Kucharik CJ. Impacts of a nuclear war in South Asia on soybean and maize production in the Midwest United States. *Clim Change*. 2013;116(2):373-387. doi:10.1007/s10584-012-0518-1

22. Xia L, Robock A, Scherrer K, et al. *Global Famine after Nuclear War*. In Review; 2021. doi:10.21203/rs.3.rs-830419/v1

23. Mills MJ, Toon OB, Turco RP, Kinnison DE, Garcia RR. Massive global ozone loss predicted following regional nuclear conflict. *Proc Natl Acad Sci*. 2008;105(14):5307-5312. doi:10.1073/pnas.0710058105

24. Helfand I. *NUCLEAR FAMINE: TWO BILLION PEOPLE AT RISK? Global Impacts of Limited Nuclear War on Agriculture, Food Supplies, and Human Nutrition*. International Physicians for the Prevention of Nuclear War and Physicians for Social Responsibility; 2013. https://www.ippnw.org/wp-content/uploads/2020/07/2013-Nuclear-Famine.pdf

25. Mills MJ, Toon OB, Lee-Taylor J, Robock A. Multidecadal global cooling and unprecedented ozone loss following a regional nuclear conflict. *Earths Future*. 2014;2(4):161-176. doi:10.1002/2013EF000205

26. Bardeen CG, Kinnison DE, Toon OB, et al. Extreme Ozone Loss Following Nuclear War Results in Enhanced Surface Ultraviolet Radiation. *J Geophys Res Atmospheres*. 2021;126(18). doi:10.1029/2021JD035079

27. Jägermeyr J, Robock A, Elliott J, et al. A regional nuclear conflict would compromise global food security. *Proc Natl Acad Sci*. 2020;117(13):7071-7081. doi:10.1073/pnas.1919049117

28. Reisner J, D'Angelo G, Koo E, et al. Climate Impact of a Regional Nuclear Weapons Exchange: An Improved Assessment Based On Detailed Source Calculations. *J Geophys Res Atmospheres*. 2018;123(5):2752-2772. doi:10.1002/2017JD027331

29. Robock A, Toon OB, Bardeen CG. Comment on "Climate Impact of a Regional Nuclear Weapon Exchange: An Improved Assessment Based on Detailed Source Calculations" by Reisner et al. *J Geophys Res Atmospheres*. 2019;124(23):12953-12958. doi:10.1029/2019JD030777

30. Hess GD. The Impact of a Regional Nuclear Conflict between India and Pakistan: Two Views. *J Peace Nucl Disarm*. 2021;4(sup1):163-175. doi:10.1080/25751654.2021.1882772

31. Hirsch E, Koren I. Record-breaking aerosol levels explained by smoke injection into the stratosphere. *Science*. 2021;371(6535):1269-1274. doi:10.1126/science.abe1415

32. Yu P, Toon OB, Bardeen CG, et al. Black carbon lofts wildfire smoke high into the stratosphere to form a persistent plume. *Science*. 2019;365(6453):587-590. doi:10.1126/science.aax1748

33. Kristensen HM, Korda M. Chinese nuclear forces, 2020. *Bull At Sci*. 2020;76(6):443-457. doi:10.1080/00963402.2020.1846432

34. Kristensen HM, Korda M. North Korean nuclear weapons, 2021. *Bull At Sci*. 2021;77(4):222-236. doi:10.1080/00963402.2021.1940803

35. Toon OB, Bardeen CG, Robock A, et al. Rapidly expanding nuclear arsenals in Pakistan and India portend regional and global catastrophe. *Sci Adv*. 2019;5(10):eaay5478. doi:10.1126/sciadv.aay5478

36. *Integrated Food Security Phase Classification (IPC) Technical Manual Version 3.1*. http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/ipcinfo/manual/IPC_Technical_Manual_3_Final.pdf

37. Blair BG. Primed and ready. *Bull At Sci*. 2007;63(1):33-37. doi:10.2968/063001011

38. Blair BG. Loose cannons: The president and US nuclear posture. *Bull At Sci*. 2020;76(1):14-26. doi:10.1080/00963402.2019.1701279

39. *U.S. Military and Political Leaders Urge Taking Nuclear Weapons Off Hair-Trigger Alert*. Union of Concerned Scientists https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2015/01/leaders-against-hair-trigger-alert.pdf

40. Ellsberg, Daniel. *The Doomsday Machine*. Bloomsbury USA; 2017.

41. Hoffman DE. Valery Yarynich, the man who told of the Soviets' doomsday machine. *The Washington Post*. https://www.washingtonpost.com/opinions/valery-varynich-the-man-who-told-of-the-soviets-doomsday-machine/2012/12/20/147f3644-4613-11e2-8061-253bccfc7532_story.html. Published December 20, 2012.

42. Kimball, Daryl. *India Accidentally Fires Missile Into Pakistan*. Arms Control Today; 2022. https://www.armscontrol.org/act/2022-04/news/india-accidentally-fires-missile-into-pakistan#:~:text=India%20officially%20acknowledged%20it%20had,the%20two%20nuclear%2Darmed%20neighbors.

ABRUPT CLIMATE COLLAPSE & YEARS OF GLOBAL HUNGER
FLICK
A SMALL
LIMITED
NUCLEAR
WAR

Таблица 3: Исследования влияния применения ядерного оружия на климат и сельское хозяйство

IPPNW

автор, год	Методы исследования	Результаты и выводы
Crutzen and Birks, 1982	Исследованы возможные последствия крупномасштабных городских и лесных пожаров после крупной ядерной войны.	Сделан вывод, что потенциал крупномасштабных пожаров с образованием сажи недооценен. Предсказано истощение озонового слоя и глобальное похолодание.
Alexandrov and Stenchikov, 1983	Смоделированы климатические последствия ядерной войны, используя суперкомпьютеры Академии наук СССР.	Предсказано значительное и продолжительное похолодание северного полушария после ядерной войны.
Turco *et al.*, 1983	Смоделировано влияние ядерной войны на атмосферу и глобальный климат.	После крупномасштабной ядерной войны «пыль и дым образуются и окружают Землю в течение 1-2 средний уровень освещенности может снизиться до нескольких процентов от обычного, а темпе Земли может снизится до -15° –25°C». Даже использование менее 1% мировых арсеналов времен привело бы к многомесячному глобальному похолоданию и даже температуры летом ниже 0 °C.
Ehrlich *et al.*, 1983	Рассмотрены возможные последствия крупномасштабной ядерной войны.	«Низкие температуры, низкий уровень освещенности и высокие дозы ионизирующего и ультрафиол в течение многих месяцев после крупномасштабной ядерной войны могут разрушить системы биол цивилизации … нельзя исключать вымирание самого человеческого вида»
Robock *et al.*, 1984	Рассмотрены возможные последствия крупномасштабной ядерной войны.	Обнаружено, что после крупной ядерной войны отражение солнечного излучения от снега и леда более длительному охлаждению, чем предполагалось изначально.
Pittock *et al.*, 1989	Трехтомный сборник (объемом более 1000 страниц) современных исследований о влиянии ядерной войны на атмосферу и климат.	Крупномасштабная ядерная война приведет к многолетним климатическим нарушениям и краху сел Хотя в ядерной войне сразу погибнут десятки миллионов человек, но число погибших от голода месяцы и годы может стать намного больше.
Toon *et al.*, 2007	Смоделированы последствия небольшой или региональной ядерной войны между Индией и Пакистаном. Смоделированы человеческие потери, радиоактивные осадки и образование сажи при обмене 100 ядерными боеголовками мощностью по 15 кт. (На тот момент это составляло 0,1% от взрывной мощности мирового ядерного арсенала).	5 Тг сажи поднимется в верхние слои атмосферы. Миллионы людей погибнут сразу, количество жертв будет сравнимо с числом погибших во время Великой Отечественной войны. Сажа в верхних слоях атмосферы, вероятно, нарушит озоновый слой. Радиоактивные осадки приведут к тому, что большие городские районы будут оставленны и забр
Robock *et al.*, 2007	Смоделировано воздействие на климат 5 Тг сажи, предсказанное Toon et al., 2007.	Среднее глобальное похолодание на 1,25°C сохранится годами. Более резкое похолодание «на н Цельсию» произойдёт над Северной Америкой и Евразией. Среднее глобальное количество осадко уменьшается на 10%. «Похолодание в течение десятилетия после [региональной ядерной войны]… превысит глобальное потепление прошлого века (по амплитуде) … и приведет к более низким те доиндустриальный малый ледниковый период».
Mills *et al.*, 2008	Смоделировано воздействие на озоновый слой при обмене 100 ядерными боеголовками по 15 кт.	Глобальное уменьшение озона на 20%. Над высокими северными широтами, включая Россию, Европу, Канаду и США, озоновый слой уменьшится на 50-70%.
Ozdogan *et al.*, 2012	Смоделировано воздействие 5 Тг сажи предсказанных Toon et al., 2007 на урожай кукурузы и пшеницы в США.	Урожай кукурузы и пшеницы в течение 10 лет в среднем будет падать на 10% в год, при пиково примерно до 20%. Не были учтены УФ-повреждения вызванные разрушением озонового слоя или вл экстремальных температур.
Xia and Robock, 2012	Смоделировано воздействие 5 Тг сажи предсказанных Toon et al., 2007 на урожай риса в Китае	Показано, что урожай риса в течение 10 лет в среднем будет падать на 15% в год, при этом в течение первых 4 лет среднее снижение составляет более 20% в год .
Xia *et al.*, 2013	Смоделировано воздействие 5 Тг сажи, предсказанное Toon et al., 2007 на климат и сельскохозяйственное производство в Китае.	Урожаи кукурузы, риса и пшеницы упадут на следующий после войны год на 20%, 29% и 53% соо сокращение доступности продовольствия будет продолжаться с постепенным уменьшением амплиту десяти лет … ядерная война с использованием намного меньше чем 1% от нынешнего мирового ар к глобальному продовольственному кризису и поставить миллиард человек под угрозу голода.»
Stenke *et al.*, 2013	Использована другая система моделирования климата, для проверки результатов климатических моделей используемых Туном, Робоком и Миллсом исследования последствий войны с использованием 100 ядерных боеголовок по 15 кт.	Используя другую химическо-климатическую модель, исследование подтверждает предыдущие резу о влияние войны на атмосферу.
Helfand, 2013	Обзор литературы по исследованиям влияния малой или региональной ядерной войны на глобальный климат и запасы продовольствия.	«Значительная, устойчивая нехватка сельскохозяйственных продуктов в течение длительного пе и накоплению продовольственных запасов в международном масштабе, поскольку страны-экспорте приостановят экспорт ... Число людей, которым угрожает голод, вызванный ядерной войной, пр
Mills *et al.*, 2014	Обновлены модели воздействия на климат и озоновый слой в случае войны с использованием 100 ядерных боеприпасов мощностью 15 кт.	«Глобальные потери озона на 20-50 % над населенными районами - уровнь, беспрецедентный в и будут сопровождаться самыми низкими средними температурами поверхности за последние 1000 л что летний УФ-индекс над средними широтами повысится на 30-80%, что вызовет широкомасштабн человека, сельскому хозяйству, наземным и водным экосистемам. Убийственные заморозки сокра период на 10-40 дней в году в течение последующих 5 лет. Температуры на поверхности Земли на более чем на 25 лет.»
Reisner *et al.*, 2018	Использованы государственные (не широко доступные) компьютерные модели Национальной лаборатории Лос-Аламоса для прогнозирования климатических последствий войны с использованием 100 ядерных боеголовок по 15 кт.	Компьютерные модели лабораторий ядерного оружия США согласны с тем, что если 5 Тг сажи буд верхнии слои атмосферы, то произойдут климатические эффекты, которые предсказанны Робоком, Однако эта модель предсказывает, что сажи образуется меньшее (3,7 Тг) и что она не подниме верхнии слои атмосферы. «Наш анализ показывает, что вероятность значительного глобального сценарии ограниченной [войны], как предполагалось в предыдущих исследованиях, крайне малов вывод подтверждается изучением природных аналогов, таких как крупные лесные пожары и извер
Toon *et al.*, 2019	Обновлены модели воздействия на климат региональной ядерной войны между Индией и Пакистаном, для учитывания более крупных национальных арсеналов и более крупных запасов топлива в мегаполисах региона. Рассмотрены 4 сценария: обмен 250 по 15, 50 или 100 уз каждый; и обмен 500 орудий по 100 уз каждое.	Модели показывают, что более крупные войны, соответственно, приводят к большему выбросу са 16 Тг, 27 Тг, 37 Тг и 47 Тг. Соответствующее глобальное среднее похолодание составляет 2,5 5,5 °C, 6,5 °C.
Coupe *et al.*, 2019	Обновлены предыдущие прогнозы климатических последствий тотальной ядерной войны между Россией и США с использованием компьютерных моделей Космического центра имени Годдарда НАСА.	«Наступает настоящая ядерная зима… Сильные морозы, когда температура опускается ниже -4 °C летом в течение 2-го и 3-го года, что сделает невозможным выращивание сельскохозяйственных России. Украину, Польшу и Германию постигнет та же участь, а в Китае только в юго-восточно летняя температура будет выше нуля».
Jägermeyr *et al.*, 2020	Использовал компьютеры НАСА для моделирования воздействия на глобальную температуру, осадки и производство продуктов питания после войны между Индией и Пакистаном с использованием 100 ядерных боеголовок мощностью 15 килотонн.	Выброс 5 Тг сажи в верхние слои атмосферы вызовет похолодание в среднем на 1,8 °C в течени 5-10 лет. При этом глобальное среднее количество калорий, получаемых от сельскохозяйственн уменьшится на 13%, а среднее количество доступных калорий в 71й наиболее затронутой стране чем на 20%. «Шок с поставками продовольствия будет иметь более серьезные социальные послед чем любое другое событие, задокументированное в новейшей истории».
Bardeen *et al.*, 2021	Взято, как условие, 5 Тг сажи - предполагаемое последствие войны между Индией и Пакистаном и с помощью климатической/химической модели рассчитано ее воздейст на озоновый слой. (Также смоделирован сценарий с 150 Тг сажи - предполагаемый результат масштабной ядерной войн	Региональная ядерная война уменьшит глобальный озоновый слой на 25%, и для его восстановле по крайней мере 12 лет.(Масштабная ядерная война уничтожит 75% озонового слоя, на восстановление которого потребуется 15 или более лет).
	Смоделированы последствия для сельского хозяйства и	Сценарии эскалации региональной ядерной войны показывают еще большее снижение общего ко доступных калорий во всем мире (на 23%, 33%, 41% и 48%). Голод по всему миру может привес