DOI: 10.31249/rsm/2020.03.04

И.Ю. Жилина

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Аннотация. *В последние десятилетия население Земли все чаще сталкивается с проявлениями изменения климата на планете. Среди климатологов преобладает мнение, что климатические изменения носят антропогенный характер, поскольку в результате человеческой деятельности постоянно растет концентрация парниковых газов в атмосфере, разогревая планету. Рост среднегодовой температуры приводит к разбалансировке всех природных систем: изменению режима выпадения осадков, температурным аномалиям, таянию полярных льдов и ледников, повышению уровня Мирового океана и его кислотности за счет поглощения углекислого газа из атмосферы. В результате увеличивается частота экстремальных событий (ураганов, наводнений, засух, циклонов и т.д.), не только создающих серьезную угрозу населению, флоре и фауне, но и наносящих экономический ущерб всем странам. Международные институты (ООН, Международный валютный фонд (МВФ), Всемирный банк (ВБ), Всемирный экономический форум (ВЭФ)) рассматривают глобальное потепление как один из самых серьезных экономических рисков текущего десятилетия.*

Экстремальные погодные явления, связанные с изменением климата, могут привести к серьезным глобальным экономическим потерям, если выбросы парниковых газов не будут значительно сокращены в ближайшие два-три десятилетия. В противном случае температура на планете поднимется на 4,5–5°С, а возможно и больше, что угрожает самому существованию человеческой цивилизации.

Автор приводит данные, позволяющие сделать вывод об ускорении изменений климата, их влиянии на экономику и общество; анализирует сведения о реальных глобальных экономических потерях от этих изменений в 1998–2019 гг. Они свидетельствуют о том, что абсолютный экономический ущерб сосредоточен в странах с высоким уровнем доходов, тогда как людские потери от стихийных бедствий в большинстве случаев несут страны с низким и средним уровнем доходов, поскольку уязвимость для рисков определяется не подверженностью стихийным бедствиям как таковым, а уровнем экономического развития страны. В статье также представлены долгосрочные прогнозы экономических последствий изменения климата при различных значениях повышения глобальной температуры и меры смягчения и адаптации к этим изменениям.

Ключевые слова: *изменение климата; глобальное потепление; Парижское соглашение; стихийные бедствия; факторы уязвимости; людские потери; экономический ущерб; смягчение; адаптация; долгосрочные прогнозы.*

Жилина Ирина Юрьевна – кандидат исторических наук,
старший научный сотрудник ИНИОН РАН, Россия, Москва.
E-mail: irina_zhilina47@mail.ru
Web of Science Researcher ID: AAM-8177–2020

Zhilina I.Yu. The Economic Consequences of Climate Change

Abstract. *Over the recent decades, the world population is increasingly being challenged by various manifestations of climate change. The prevalent opinion of the climatologists is that the climate changes have anthropogenic causes. Human activity leads to the increase of the greenhouse gases in the atmosphere and this factor heats the planet. The increase in the average world temperature causes misbalances in all of the natural systems: changing the modes for atmosphere precipitation, producing temperature anomalies, polar ice melting, increasing the ocean level, acidification of the ocean due to the absorption of carbon dioxide. As a result, the frequency of extreme events (hurricanes, droughts, floods, cyclones) increases. They threaten the people, flora, fauna and cause economical damage to all countries. The international institutions (UN, International Monetary Fund, World Bank, World Economic Forum) label global warming as one of the most serious threats to the upcoming decade.*

Extreme weather phenomenon caused by climate change can result in global economical losses if the emission of the greenhouse gases is not noticeably diminished during the upcoming two or three decades. Otherwise, the world average temperature will rise to 4,5–5°C or even higher, and this factor will be a threat to the existence of the entire civilization.

The author cites statistics on the changes of climate parameters and their impact on economy and society from 1998 to 2019. The analysis demonstrates that the economic damage concentrate in the countries with high income, whereas the human losses – mainly in the low-income countries, as the risks for populations stem chiefly from economic developments rather than from the vulnerabilities to natural disasters. In conclusion, presented are long-term scenarios for climate changes under various world temperature levels as well as possible mitigation and adaptation strategies for combatting global warming.

Keywords: *climate change; global warming; Paris agreement; natural disasters; vulnerability factors; human losses; economic damage; mitigation; adaptation; long-term forecasts.*

Zhilina Irina Yur'ievna – Candidate in Historical Sciences,
Senior Researcher, Institute of Scientific Information
on Social Sciences (INION), Russia, Moscow.
E-mail: irina_zhilina47@mail.ru
Web of Science Researcher ID: AAM-8177–2020

В последние десятилетия население Земли все чаще сталкивается с проявлениями изменения климата на планете: постоянно фиксируются новые погодные рекорды – самое жаркое лето, самая продолжительная засуха или самый большой лесной пожар в истории. Среди климатологов преобладает мнение, что климатические изменения носят антропогенный характер: в результате человеческой деятельности, в частности сжигания ископаемого топлива, концентрация парниковых газов (ПГ)[1] постоянно растет, разогревая нижние слои атмосферы Земли, а также верхние слои Мирового океана. В результате климатические изменения происходят гораздо быстрее, чем в прошлом и быстрее, чем прогнозировалось. «Изменение климата – одна из самых больших угроз, стоящих перед человечеством, с далеко идущими и разрушительными последствиями для людей, окружающей среды и экономики. Климатические последствия затрагивают все регионы мира и все слои общества» [Adapt Now 2019, p. 3].

Рост среднегодовой температуры приводит к разбалансировке всех природных систем: изменению режима выпадения осадков, температурным аномалиям, таянию полярных льдов и ледников, повышению уровня Мирового океана и его кислотности за счет поглощения CO_2 из атмосферы. В результате растет частота экстремальных событий (ураганов, наводнений, засух и т.д.), создающих не только серьезную угрозу населению, флоре и фауне, но и наносящих экономический ущерб всем странам.

Международные институты (ООН, Международный валютный фонд (МВФ), Всемирный банк (ВБ), Всемирный экономический форум (ВЭФ)) рассматривают глобальное потепление как один из самых серьезных экономических рисков начавшегося десятилетия. В 2020 г. в ежегодно публикуемом ВЭФ десятилетнем прогнозе крупнейших угроз для мировой экономики среди наиболее вероятных глобальных рисков первые пять мест (впервые с 2006 г.) заняли риски, так или иначе обусловленные климатическими изменениями. К ним, в частности, относятся экстремальные погодные явления, приводящие к гибели людей и наносящие ущерб недвижимости и инфраструктуре[2]; антропогенный экологический ущерб; значительная утрата биоразнообразия

1. К парниковым газам относятся углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), оксид азота (N_2O), водяной пар, фторсодержащие газы.

2. В 2018 г. только застрахованные убытки составили 80 млрд долл., что вдвое превышает средние показатели, скорректированные с учетом инфляции, за последние 30 лет [Carney 2019, с. 12].

и разрушение наземных и морских экосистем[3], поставляющих необходимые человечеству ресурсы; крупные стихийные бедствия [La planète en feu, 2020].

Экстремальные погодные явления, связанные с изменением климата, могут привести к серьезным глобальным экономическим потерям, если выбросы ПГ не будут значительно сокращены в ближайшие два-три десятилетия. Однако несмотря на широкое признание проблемы изменения климата, выбросы ПГ продолжают увеличиваться. Относительно безопасным считается повышение глобальной температуры на 2ºС по сравнению с доиндустриальной эпохой. Именно эта величина была зафиксирована в Парижском соглашении по климату (ПС)[4]. Однако, учитывая скорость и масштабы климатических изменений, эксперты Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) предложили мировому сообществу принять меры по ограничению повышения глобальной температуры на 1,5ºС по сравнению с доиндустриальным периодом. Для этого к 2050 г. необходимо свести к нулю баланс между объемом антропогенных выбросов ПГ и поглотительной способностью земной экосистемы. Переход к «нулевым выбросам» к 2050 г. потребует кардинального пересмотра принципов землепользования, сельского хозяйства, градостроительства и промышленности в целом, а также разработки и внедрения новых технологий в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и энергоэффективности. В противном случае температура на планете поднимется на 4,5–5ºС, а возможно и больше, что угрожает самому существованию человеческой цивилизации.

Масштабы климатических изменений

Потепление на планете происходит неравномерно и варьируется по регионам. В странах, расположенных в низких широтах в Африке, Азии и Центральной Америке с начала нынешнего столетия температура повысилась на 0,7ºС, а в более высоких широтах – на 1,4ºС [Bergevin-Chammah 2019, p. 2].

Хотя концентрация CO_2 в атмосфере колеблется в зависимости от времени года (в северном полушарии она достигает максимума весной и в начале

3. Человеческая деятельность уже привела к потере 83% всех диких млекопитающих и половины растений, являющихся основой систем питания и здоровья населения планеты [La planète en feu, 2020].

4. Согласно ст. 2 Парижского соглашения, заключенного в 2015 г., его участники взяли на себя обязательство удерживать прирост глобальной средней температуры к 2100 г. ниже 2ºС по сравнению с доиндустриальным уровнем и приложить усилия для ограничения роста температуры до 1,5ºС. ПС вступило в силу 4 ноября 2016 г. На конец 2018 г. его ратифицировали 186 государств из 195 подписавших. Правительство РФ приняло решение о ратификации ПС в конце августа 2019 г. в преддверии Саммита ООН по вопросам изменения климата. – Прим. авт.

лета), его среднегодовая концентрация стабильно растет. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), в 2018 г. концентрация CO_2 составляла 407,8 частей на миллион (ppm), т.е. 147% от доиндустриального уровня. Данные Национального управления океанических и атмосферных исследований США (НУОАИ) свидетельствуют о том, что с 1990 по 2018 г. радиационное воздействие долгоживущих ПГ увеличилось на 43%, причем на долю CO_2 приходится около 80% этого увеличения [Greenhouse 2019]. В мае 2019 г. НУОАИ зафиксировало новый рекорд: концентрация CO_2 впервые превысила 415 ppm [Зафиксирован 2020].

Основным долгоживущим антропогенным ПГ является CO_2, на долю которого приходится около 66% общего радиационного воздействия ПГ; доля метана составляет примерно 17, закиси азота – 6%. Объем выбросов CO_2 в 2015–2019 гг. оценивается как минимум в 207 Гт, что на 7 Гт превышает показатель 2010–2014 [The Global Climate 2020, p. 4]. При этом объем выбросов ПГ коррелирует с экономической деятельностью человека. Так, некоторое сокращение выбросов ПГ наблюдалось в период мирового экономического кризиса 2008–2009 гг., а в 2014–2016 гг. при снижении темпов мирового экономического роста выбросы ПГ стабилизировались. Последним наглядным подтверждением антропогенного характера глобального потепления являются данные о сокращении выбросов ПГ в Китае во время эпидемии коронавируса, из-за которой полностью или частично закрылись многие промышленные предприятия. По оценкам, промышленное производство в основных секторах экономики сократилось на 15–40%. В результате замедления темпов развития китайской экономики выбросы CO_2 в феврале 2020 г. снизились на 200 млн т по сравнению с 800 млн т в феврале 2019 г. [Pouliquen 2020], что лишний раз подтверждает связь объема выбросов ПГ с темпами экономического роста.

По данным ВМО, с 1980 г. каждое последующее десятилетие было теплее предыдущего. Последние пять лет (2015–2019) являются самыми теплыми за всю историю наблюдений. В 2019 г. средняя глобальная температура была примерно на 1,1 ± 0,1ºС выше, чем в доиндустриальный период (1850–1900), что свидетельствует об устойчивом потеплении в диапазоне 0,1–0,3ºС в год в течение последнего десятилетия [WMO Statement 2020, p. 6].

Более того, устойчивую тенденцию к росту с признаками ускорения показывают и другие климатические переменные. В результате растворения в воде атмосферного CO_2 растет кислотность Мирового океана, что ведет к гибели морских животных; повышение средней температуры Мирового океана усиливает тропические штормы, все более быстрыми темпами из-за таяния полярных ледников повышается его средний глобальный уровень. Если в 1901–1990 гг. темпы его роста составляли 1,4 мм в год, в 1970–2015 – 2,1, то в 2009–2018 гг. – 4,6±0,15 мм в год. Даже при условии достижения целевых

показателей ПС к 2100 г. уровень Мирового океана может повыситься на 30–60 см, а при сохранении современного уровня выбросов ПГ – на 60–110 см и даже больше [Pihl, Martin 2019, p. 8–9].

Эти данные позволяют сделать вывод о том, что глобальное повышение температуры на 1,5ºС по сравнению с доиндустриальным уровнем может произойти не к 2030 г., как предполагалось, а на несколько лет раньше. Чтобы ограничить рост температуры 1,5ºС, в 2020–2030 гг. мировое сообщество должно сократить объем выбросов ПГ до 25 Гт эквивалента CO_2 ($CO_{2\text{-экв}}$) в год против 60 Гт $CO_{2\text{-экв}}$ в настоящее время [Rapport 2019, p. IX], что маловероятно.

Экономический ущерб от последствий климатических изменений

Уровень уязвимости стран и регионов для наиболее распространенных климатических рисков (наводнения, засухи, экстремальные погодные условия, включая ураганы и циклоны, проливные дожди, песчаные и пылевые бури, тепловые волны, пожары, холодные периоды и т.д.) определяется сочетанием климатических, социально-экономических и географических факторов.

К факторам уязвимости относятся: статус малого островного развивающегося государства или наименее развитой страны (НРС) расположение в зоне повышенного риска; деградация земель; рост численности населения; нищета; низкое качество инфраструктур; концентрация деятельности или населения в районах повышенного риска; зависимость страны от природных ресурсов (в частности, осадков); экономических секторов (например, ископаемых видов топлива) и процессов (например, опреснения воды); низкая производительность, нехватка продовольствия и проблемы здравоохранения.

Климатические изменения влияют на экономику и общество в разных сферах. Самыми важными их последствиями, на наш взгляд, являются следующие.

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур. По прогнозам, к 2050 г. она снизится на 30%, в частности из-за увеличения средней продолжительности засух с двух (при повышении температуры на1,5ºС) до десяти месяцев (при повышении температуры на 3ºС), а также потери рабочих часов под воздействием теплового стресса. В то же время увеличение спроса на продукты питания на 50% [Adapt now 2019, p. 6] приведет к снижению продовольственной безопасности во многих странах: при повышении температуры на 3ºС от дефицита продовольствия пострадают 400 млн человек, а при повышении на 3,5ºС нарушатся глобальные цепочки поставок пищевых продуктов [Adapt now 2019, p. 10].

Влияние тепловой нагрузки на производительность труда. Повышение средней температуры на 1ºС по сравнению с доиндустриальным уровнем уже привело к увеличению численности населения, ежегодно подвергающегося воздействию температуры, превышающей 33ºС по крайней мере один день в году, с 97 до 275 млн человек. При повышении температуры на 1,5ºС с воздействием теплового стресса столкнутся 508 млн человек, на 2,0ºС – 789 млн, на 3,0ºС – 1,22 млрд человек [Li, Jiacan 2020, p. 1].

Поскольку организм человека не может выдержать температуру, превышающую 35ºС при высокой влажности без физиологических повреждений (вплоть до летального исхода), чрезмерно высокая температура на рабочем месте ограничивает его работоспособность и, следовательно, производительность. По самым осторожным прогнозам, в 2030 г. потери общего объема рабочего времени в мире при повышении глобальной температуры на 1,5ºС составят 2,2%, что эквивалентно потере 80 млн рабочих мест на условиях полного рабочего времени; экономические потери от теплового стресса составят порядка 2400 млрд долл. [Travailler 2019, p. 1–2].

В наибольшей степени от снижения производительности труда под воздействием теплового стресса пострадают сельское хозяйство и строительный сектор, которые к 2030 г. потеряют 60 и 19% рабочего времени соответственно. Риску теплового стресса подвержены также производство экологических товаров и услуг, сбор мусора, аварийные и ремонтные работы, транспорт, туризм, спорт и некоторые виды промышленных работ.

Наибольшие потери рабочих часов ожидаются в Южной Азии и Западной Африке, где в 2030 г. будет потеряно около 5% рабочего времени, что соответствует примерно 43 млн и 9 млн рабочих мест на условиях полного рабочего времени соответственно [Travailler 2019, p. 2].

Больше всего пострадают страны с низким уровнем доходов и с уровнем доходов ниже среднего, не имеющие достаточных ресурсов для эффективной адаптации к повышению температур. Экономические потери от теплового стресса обострят такие проблемы, как высокий уровень трудоспособной бедноты, неформальная и незащищенная занятость, натуральное сельское хозяйство и отсутствие социальной защиты.

Обострение проблемы водного стресса, т.е. нехватки воды, приемлемого для питьевых и хозяйственных нужд качества. Дефицит воды обусловлен не только засухами, но и увеличением почти в 2 раза с 1960-х годов забора воды для различных бытовых и хозяйственных нужд. «Чрезвычайно высокий» уровень базовой нагрузки на воду (забор в среднем более 80% доступного объема воды) наблюдается в 17 странах, в которых проживает четверть населения мира. 44 страны, в которых проживает треть населения мира, сталкиваются с «высоким» уровнем водного стресса, забирая ежегодно более 40% запасов воды [Hofste, Reig 2019].

Из 17 стран, испытывающих наибольший дефицит воды, 12 – расположены на Ближнем Востоке и в Северной Африке (БВСА). Увеличение продолжительности и частоты даже небольших засух в этом сухом и жарком регионе еще больше осложнит ситуацию: по прогнозам ВБ, экономические потери от связанного с изменением климата дефицита воды к 2050 г. составят 6–14% от ВВП БВСА [Hofste, Reig 2019], а количество людей, страдающих от дефицита воды, вырастет с 3,6 млрд человек в настоящее время до более 5 млрд [Adapt now 2019, p. 35].

К странам с «чрезвычайно высоким» уровнем базовой нагрузки на воду относятся также Эритрея, Пакистан, Туркменистан, Ботсвана и Индия, занимающая в этой группе 13-е место. Однако численность ее населения более чем в 3 раза превышает численность населения остальных стран, входящих в эту группу, вместе взятых.

Повышение уязвимости прибрежных территорий. Если в настоящее время экстремальные явления, связанные с повышением уровня Мирового океана, случаются довольно редко (примерно раз в 100 лет), к 2050 г. на побережьях островных государств и во многих мегаполисах (Новом Орлеане, Нью-Йорке, Бангкоке, Шанхае, Гамбурге и ряде других) подобные экстремальные события будут происходить ежегодно [Pihl, Martin 2019, p. 8]. Наибольшей опасности подвергаются тихоокеанские архипелаги, в частности Маршалловы и Полинезийские острова, Мальдивы, а также Филиппины и Индонезия. С аналогичными рисками столкнутся прибрежные материковые страны, располагающиеся на малых абсолютных высотах (Бангладеш, Катар, Дания, Нидерланды и др.), что для этих государств весьма критично из-за отсутствия географических вариантов отступления. Ежегодные потери от наводнений в прибрежных городах оцениваются в 10,2 трлн долл. при повышении глобальной температуры на 1,5ºС и в 11,7 трлн долл. при повышении на 2ºС [Adapt now 2019, p. 10].

Негативное воздействие климатических изменений на здоровье населения. Человеку для нормальной жизни необходимы чистый воздух, доступ к безопасной питьевой воде, достаточное количество пищи и надежное жилье. Однако сегодня в мире из-за от загрязнения воздуха, вызванного изменением климата, ежегодно умирают 7 млн человек [COP24 2018, p. 10], что влечет за собой убытки для систем социального обеспечения в размере 5,11 трлн долл. [COP24 2018, p. 52]. Во многих странах ограничены водные и пищевые ресурсы, не хватает качественного жилья.

Наиболее уязвимы для этих рисков жители небольших развивающихся островных государств и других прибрежных районов, мегаполисов, горных и полярных районов, а также дети, особенно в бедных странах. Ожидается, что в 2030–2050 гг. изменение климата станет причиной примерно 250 тыс.

дополнительных смертей в год от недоедания, малярии, диареи и теплового стресса [COP24 2018, p. 24].

Повышение уровня Мирового океана, дефицит продовольствия и воды, увеличение тепловой нагрузки на работающее население (особенно в жарких странах) могут стать причиной обострения существующих и возникновения новых конфликтов, финансовой нестабильности, распространения нищеты и неравенства (к 2030 г. более 100 млн человек в развивающихся странах окажутся за чертой бедности [Adapt now 2019, p. 11]), роста числа климатических беженцев.

К негативным последствиям потепления относятся также увеличение частоты и масштабов лесных пожаров[5] в результате роста продолжительности засух; таяние многолетней мерзлоты, что особенно актуально для России; изменения в пространственном распределении видов флоры и фауны, а также исчезновение и вымирание некоторых видов растений и животных.

Таким образом, явления, раньше считавшиеся маловероятными или редкими (как по интенсивности, так и по частоте), становятся «новой нормой». Вероятнее всего, даже при проведении политики, направленной на ограничение повышения температуры на Земле, в некоторых регионах риски экстремальных погодных явлений, опасных для экосистем и общества, в ближайшие десятилетия будут увеличиваться.

В 1998–2017 гг. реальные прямые экономические потери стран, пострадавших от различных стихийных бедствий, составили 2908 млрд долл., из которых 77% (2245 млрд долл.) пришлись на стихийные бедствия, связанные с климатическими факторами[6], против 68% в 1978–1997 гг. В целом потери от экстремальных погодных явлений между 1978–1997 и 1998–2017 гг. выросли на 151%. По оценкам ВБ, реальные издержки стихийных бедствий для мировой экономики в этот период составляли 520 млрд долл. в год.

В абсолютном денежном выражении в 1998–2017 гг. самые большие убытки понесла экономика США (945 млрд долл.), что объясняется высокой стоимостью активов и частотой экстремальных ситуаций. В тот же период

5. Лесные пожары, особенно крупные, независимо от их природы, способствуют усилению парникового эффекта и ухудшению качества воздуха.

6. Причиной многих стихийных бедствий являются не природные явления, а человеческая деятельность. Так, масштабные пожары в Бразилии в 2019 г. возникли в результате намеренных поджогов лесов Амазонии фермерами для расчистки территории под поля. Некоторые чрезвычайные ситуации возникают при сочетании естественных и климатических факторов. Так, ученые пока не пришли к однозначному выводу о причинах пожаров в 2019 г. в Австралии, площадь которых превысила 18 млн га. Тем не менее большинство климатологов склоняются к выводу о том, что наряду с естественными особенностями климата Австралии свой вклад в распространение пожаров внесло глобальное потепление.

в Китае произошло 482 стихийных бедствия против 577 в США, но общие потери китайской экономики составили 492 млрд долл., т.е. почти в 2 раза меньше.

За этот период погибли 1,3 млн человек, еще 4,4 млрд – потеряли жилье, стали вынужденными переселенцами или нуждались в чрезвычайной помощи. Бóльшая часть всех бедствий (91%) были вызваны наводнениями, штормами, засухами, тепловыми волнами и другими экстремальными погодными явлениями [Economic Losses 2018, p. 3].

В среднем в странах с низким уровнем доходов на 1 млн человек, проживающих в пострадавших от стихийных бедствий районах, приходилось 130 погибших, тогда как в странах с высокими доходами – 18 человек [Economic Losses 2018, p. 3], т.е. люди, подвергшиеся стихийным бедствиям в самых бедных странах, имели в 7,2 раза больше шансов умереть, чем население богатых стран. Аналогичная картина наблюдается в отношениях людей, пострадавших от стихийных бедствий. Таким образом, хотя абсолютный экономический ущерб сосредоточен в странах с высоким уровнем доходов, людские потери от стихийных бедствий в большинстве случаев несут страны с низким и средним уровнем доходов, поскольку уязвимость для рисков определяется не подверженностью стихийным бедствиям как таковым, а уровнем экономического развития страны.

Однако необходимо учитывать, что оценкой ущерба от стихийных бедствий занимаются многие международные организации, в частности ВБ, научные центры, а также частные консалтинговые и страховые компании. Они пользуются различными источниками информации и методиками расчета ущерба, поэтому данные об экономических потерях от стихийных бедствий носят оценочный характер и часто отличаются друг от друга.

Так, значительные расхождения наблюдаются как в данных о количестве стихийных бедствий, так и об ущербе от них, представленных такими крупными международными компаниями, как *Aon plc* (профессиональные услуги в области снижения рисков) и *Munich Re Group* (перестрахование).

По данным Aon plc, в 2019 г. в мире произошло 409 стихийных бедствий, в результате которых погибли более 10 тыс. человек; по оценке Munich Re Group – 820 стихийных бедствий (около 9 тыс. погибших); прямые экономические потери и ущерб от стихийных бедствий Aon plc оценивает в 232 млрд долл., Munich Re Group – в 150 млрд долл. Правда, обе компании отмечают тенденцию к сокращению людских потерь от стихийных бедствий по сравнению с предыдущими годами [Weather, Climate 2020, p. 3; Löw 2020].

Согласно рейтингу стран по степени риска гибели в результате стихийных бедствий, составленному немецкими учеными на основе статистики природных катастроф и уровня подготовленности властей к стихийным бедствиям в 171 стране, самыми опасными странами признаны Вануату, Тонга,

Филиппины, Соломоновы острова, Гайана, Папуа-Новая Гвинея, Гватемала, Бруней, Бангладеш и Фиджи. В зону риска также входят Китай, Япония, Южная и Северная Корея, многие африканские страны. Безопасными считаются большинство европейских стран, в том числе Россия. Исключением являются Нидерланды, Ирландия и ряд балканских государств [Spiegel 2018].

ПС предусматривает два пути борьбы с изменением климата: смягчение (mitigation) и адаптация (adaptation) к изменениям климата. Смягчение предполагает реализацию мер, направленных на снижение количества выбрасываемых в атмосферу ПГ или удаления их из атмосферы за счет ограничения использования ископаемого топлива путем, в частности, введения углеродного налога и систем торговли квотами на выбросы ПГ, развитие ВИЭ, атомной энергетики, технологий удаления CO_2 из атмосферы. Адаптация к климатическим изменениям означает приспособление естественных или антропогенных систем к реальным или ожидаемым климатическим изменениям.

Идею немедленной реализации адаптационных мер по снижению уязвимости для климатических рисков активно пропагандирует Глобальная комиссия по адаптации (ГКА) (Global Commission on Adaptation). При этом члены ГКА полагают, что с точки зрения затрат наиболее эффективным для этого способом является интеграция мер по уменьшению опасности бедствий в инвестиционные решения.

ГКА утверждает, что общая норма прибыли по инвестициям в повышение устойчивости к внешним воздействиям очень высока, при этом соотношение выгод и затрат варьируется от 2: 1 до 10: 1. Поэтому инвестиции в адаптационные мероприятия в 2020–2030 гг. в размере 1,8 трлн долл. могут принести не только 7,1 трлн долл. чистой прибыли, но и так называемые «тройные дивиденды». Во-первых, удастся сократить будущие убытки; во-вторых, получить экономическую выгоду за счет снижения рисков, роста производительности труда и стимулирования инноваций; в-третьих, многие адаптационные мероприятия принесут значительные дополнительные экономические, социальные и экологические выгоды, появляющиеся с момента инвестирования и не зависящие от будущего состояния климата.

Наиболее перспективными направлениями ГКА считает инвестирование в системы раннего оповещения о штормах, цунами и других экстремальных погодных условиях; в инфраструктуры (дороги, мосты, здания); в борьбу с засухой путем стимулирования перехода на более устойчивые к засухе сорта культур; в проекты по восстановлению лесов, защищающих от штормов и оползней жителей прибрежных и горных районов; в проекты развития водных ресурсов в развитых странах, а также предоставление технической помощи развивающимся странам по природоохранным мерам [Adapt Now 2019, p. 3, 4].

Например, системы раннего оповещения спасают жизни и активы, стоимость которых как минимум в 10 раз превышает стоимость организации оповещения. Предупреждения о надвигающейся буре или жаре за 24 часа до события могут сократить последующий ущерб на 30%, а затраты в размере 800 млн долл. на такие системы в развивающихся странах позволят избежать потерь в размере 3–16 млрд долл. в год. Хотя повышение устойчивости инфраструктур к изменению климата может увеличить первоначальные затраты на 3%, соотношение выгод и затрат составляет 4: 1. Сохранение и восстановление мангровых лесов позволяет избежать потерь от наводнений в прибрежных районах и защищает 18 млн человек, а также обеспечивает получение нерыночных выгод, связанных с рыболовством, лесным хозяйством и отдыхом, в 40–50 млрд долл. в год [Adapt now 2019, p. 5].

Долгосрочные прогнозы последствий климатических изменений

В настоящее время научное сообщество в целом пришло к согласию, что изменения климата влекут за собой серьезные экономические последствия для жарких бедных стран, но оказывают ограниченное воздействие на богатые экономики холодных стран (в некоторых исследованиях отмечается, что Канада, Россия и большая часть Западной Европы получат от климатических изменений большие выгоды) и распределяются крайне неравномерно.

Однако анализ многочисленных научных публикаций, представляющих долгосрочные прогнозы потерь мировой экономики, вызванных повышением температуры на 4ºС (медиана сценариев, связанных с высокими выбросами ПГ), показывает потери от 2,6 до 50% по сравнению со сценарием без изменения климата [Bergevin-Chammah 2019, p. 3]. Такой разброс объясняется полным или частичным исключением из моделей некоторых важных, но слишком неопределенных или не поддающихся количественной оценке последствий потепления. К ним относятся рост смертности, снижение качества жизни, усиление миграции населения из уязвимых районов, появление новых организмов, угрожающих жизни человека или сельскохозяйственным культурам и т.д.

Примером «стандартного» подхода к оценке экономических последствий изменения климата является работа австралийских ученых, смоделировавших изменение реального ВВП под воздействием динамического эффекта глобального потепления во всех регионах мира в диапазоне от 1 до 4ºС. По их расчетам, при повышении глобальной температуры на 3ºС по сравнению с доиндустриальным периодом потенциальные потери мировой экономики в 2100 г. составят 9593,71 млрд долл. (примерно 3% мирового валового продукта), а при ее повышении на 4ºС возрастут до 23 149,18 млрд долл. При

этом издержки, связанные с изменением климата, распределяются по странам неравномерно. Так, при повышении глобальной температуры на 3ºС Россия почувствует его влияние уже в 2027 г., а в долгосрочной перспективе ее ВВП сократится на 0,93%. США также могут оказаться в группе пострадавших уже в начавшемся десятилетии, а в долгосрочной перспективе потерять 0,62% ВВП [Kompas, Pham, Che 2018].

Исследование австралийских ученых, как и большинства других специалистов, показало, что ущерб от глобального потепления варьируется во времени, демонстрируя тенденцию к повышению, и в долгосрочной перспективе с ним столкнется значительная часть мира. Самые большие потери во всех случаях и при всех повышениях температуры понесут страны Африки к югу от Сахары, что обусловлено отсутствием у них достаточных ресурсов для проведения политики адаптации к последствиям глобального потепления и их специализацией на таких чувствительных к изменению климата сферах деятельности, как сельское хозяйство и туризм, а также Индия и Юго-Восточная Азия. В то же время все европейские страны, кроме Албании, испытают последствия глобального потепления только ближе к 2100 г.

Иной точки зрения придерживается группа ученых из Великобритании, США, Тайваня и МВФ, проанализировавших долгосрочное влияние изменения климата на экономическую активность в 174 странах. Они использовали стохастическую модель роста, в которой производительность труда зависит от конкретных климатических переменных страны, определяемых как отклонения температуры и осадков от их исторических норм в 1960–2014 гг. В модели учитывалось не только воздействие экономической активности на состояние климата, но и влияние климатических изменений на экономическую деятельность.

Исследование показало, что постоянные изменения климата оказывают долгосрочное негативное воздействие на экономический рост. При отклонении температуры от исторической нормы на 0,01ºС ежегодно в долгосрочной перспективе ВВП будет снижаться на 0,0543 п.п. в год. Более того, в отличие от большинства исследователей, ученые доказали, что негативные долгосрочные эффекты влияния изменения климата на рост универсальны, т.е. они воздействуют на все страны, богатые и бедные, с жарким и холодным климатом.

Сохранение роста глобальной средней температуры ниже 2ºС по сравнению с доиндустриальным уровнем, зафиксированное в ПС, приведет к 2100 г. к сокращению глобального реального ВВП на душу населения на 1,07%, тогда как при ее повышении на 0,04ºС ежегодно к 2100 г. он снизится на 7,22% при существенных различиях между странами. Так, например, Финляндия потеряет 1,02% ВВП, Германия – 1,92, Швеция – 2,67, Нигерия – 3,56, Великобритания – 3,97, Малайзия – 4,12, Китай – 4,35, Франция – 5,82,

Индонезия – 7,51, Россия – 8,93, Индия – 9,90, США – 10,52, Япония – 10,70, Канада 13,08% [Kahn, Mohaddes 2019, p. 51–53]. При этом соблюдение условий ПС будет иметь большое значение для ограничения экономических потерь от изменения климата почти во всех странах.

Кроме того, результаты исследования с большой вероятностью указывают на то, что адаптационные меры могли бы снизить отрицательные последствия изменений климата в определенных секторах экономики, однако вероятность с их помощью ослабить долгосрочное влияние этих изменений крайне мала [Kahn, Mohaddes 2019, p. 44].

Возможно, меры смягчения и адаптации помогут в какой-то мере приспособиться к изменению климата некоторым странам и отраслям. Однако, как показало исследование международной группы ученых, изучивших потенциальные траектории развития земной системы в антропоцене[7] [Steffen, Rockström 2018], мировому сообществу пора осознать, что в настоящее время человеческая цивилизация соперничает по своему влиянию на траекторию развития земной системы с геологическими процессами. Поэтому перед человечеством стоит задача создания «стабилизированного земного пути», чтобы отойти от текущей траектории развития, ведущей планету к «Тепличной Земле», т.е. условиям, создающим серьезные риски для обитаемости планеты для людей.

Большая вариабельность сценариев глобального потепления и их последствий обусловлена, главным образом, высокой степенью неопределенности, связанной с этой проблемой. Даже без учета неопределенности в технологических инновациях, климатической и экологической политике многие переменные в моделях изменения климата зависят от предположений исследователей. Например, для определения объемов будущих выбросов ПГ используются прогнозы экономического и демографического развития на ближайшие 100 лет, которые, учитывая их огромный временной горизонт, весьма абстрактны. Представления о взаимосвязи между уровнем выбросов ПГ и реакцией на них климата также могут варьироваться в соответствии с принятыми допущениями и новыми данными, что, в свою очередь, влияет на количественную оценку ущерба от глобального потепления. Остается много неясного и в отношении будущих климатических процессов, учитывая их нелинейность и вероятность существования критических точек невозврата. Предсказание реакции экономики на изменение климата также может меняться в зависимости от рассматриваемых элементов и типа используемой модели. Включение в модели допущений о влиянии мер адаптации, которые

7. Антропоцен (пока неформальный геохронологический термин) – геологическая эпоха, отличительной чертой которой является доминирующее влияние человека на окружающую среду и климат. – Прим. авт.

в значительной степени будут зависеть от труднопрогнозируемого развития технологий, также может повлиять выводы о размере экономических потерь. Таким образом, хотя точно определить масштабы экономических потерь от изменения климата невозможно, вероятность его крайне негативных глобальных последствий очень велика.

Библиография

Зафиксирован рекордный уровень углекислого газа на Земле // Sibnet.ru. 2019. 14.05. URL: https://info.sibnet.ru/article/551171/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews (дата обращения: 22.03.2020).

Spiegel опубликовал рейтинг подверженных стихийным бедствиям стран // РБК. 2018. 21.11. URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5bf4ce5e9a794766426d7c8a (дата обращения: 20.02.2020).

Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience. Washington // Rotterdam: Global Commission on Adaptation. 2019. September. 81 p. URL: https://cdn.gca.org/assets/2019-09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf (дата обращения: 25.03.2020).

Bergevin-Chammah C. Le réchauffement planétaire: quelles en sont les implications économiques? // Desjardins: Études économiques. 2019. 21 Août. 5 p. URL: https://www.desjardins.com/ressources/pdf/pv190821-f.pdf (дата обращения: 15.03.2020).

Carney M. Fifty Shades of Green // Finance & Development. Washington, 2019. December. P. 12–15. URL: https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2019/12/pdf/a-new-sustainable-financial-system-to-stop-climate-change-carney.pdf (дата обращения: 07.02.2020).

COP24 special report: health and climate change. Geneva: World Health Organization, 2018. 73 p. URL: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/9789241514972-eng.pdf (дата обращения: 10.03.2020).

Economic Losses, Poverty and Disasters 1998–2017. Geneva: CRED, 2018. 34 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/331642958_Economic_Losses_Poverty_and_Disasters_1998-2017/link/5c859a6d92851c69506b1f0f/download (дата обращения: 21.03.2020).

Greenhouse gas concentrations in atmosphere reach yet another high // World Meteorological Organization. 2019. 25 Nov. URL: https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-atmosphere-reach-yet-another-high (дата обращения: 19.01.2020).

Hofste R.W., Reig P., Schleifer L. 17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress // World Resources Institute. 2019. August 06. URL: https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress (дата обращения: 15.01.2020).

Kahn M.E., Mohaddes K. et al. Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis. Cambridge: NBER, 2019. 57 p. URL: https://www.nber.org/papers/w26167.pdf (дата обращения: 10.03.2020).

Kompas T., Pham V.H., Che T.N. The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord // Earth's Future. 2018. Vol. 6. Issue 8. P. 1153–1173. URL: https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2018EF000922 (дата обращения: 15.01.2020).

La planète en feu: Des incendies climatiques aux conflits politiques // WEF. 2020. 15 janvié. URL: https://www.weforum.org/press/2020/01/burning-planet-climate-fires-and-political-flame-wars-rage (дата обращения: 01.03.2020).

Li D., Jiacan Yuan J., Kopp R.E. Escalating global exposure to compound heat-humidity extremes with warming // Environmental Research Letters. 2020. 5 March. 17 p. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab7d04/pdf (дата обращения: 14.03.2020).

Löw P. Tropical cyclones cause highest losses // Munich Re. 2020. 09.01. URL: https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/natural-disasters/natural-disasters-of-2019-in-figures-tropical-cyclones-cause-highest-losses.html (дата обращения: 15.04.2020).

Pihl E., Martin M.A. et al. 10 New Insights in Climate Science // Future Earth. 2019. 40 p. URL: https://futureearth.org/wp-content/uploads/2019/12/10-New-Insights-in-Climate-Science-2019.pdf (дата обращения: 01.03.2020).

Pouliquen F. Coronavirus: Avec l'épidémie, les émissions mondiales de CO_2 vont-elles réellement baisser en 2020? // 20 minute. 2020. 06.03. URL: https://www.20minutes.fr/planete/2733435-20200306-coronavirus-epidemie-emissions-mondiales-co2-vont-elles-reellement-baisser-2020 (дата обращения: 09.03.2020).

Rapport 2019 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions. Nairobi, 2019. XVI p. URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19ESFR.pdf?sequence=15 (дата обращения: 20.01.2020).

Steffen W., Rockström J. et al. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene // PNAS. 2018. Augest 14. Vol. 115. N 33. P. 8252–8259. URL: https://www.pnas.org/content/pnas/115/33/8252.full.pdf (дата обращения: 10.02.2020).

The Global Climate in 2015–2019. Geneva: World Meteorological Organization. 2020. 24 p. URL: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9936 (дата обращения: 19.03.2020).

Travailler sur une planète plus chaude. L'impact du stress thermique sur la productivité du travail et le travail décent // OIT. Genève. 2019. 5 p. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_712010.pdf (дата обращения: 20.03.2020).

Weather, Climate & Catastrophe Insight – 2019 Annual Report. Chicago: AON, 2020. 83 p. URL: http://thoughtleadership.aon.com/Documents/20200122-if-natcat2020.pdf?utm_source=ceros&utm_medium=storypage&utm_campaign=natcat20 (дата обращения: 25.03.2020).

WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019. Geneva: World Meteorological Organization. 2020. 44 p. URL: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10211 (дата обращения: 19.03.2020).

References

Zafiksirovan rekordny`j uroven` uglekislogo gaza na Zemle. [The record of carbon dioxide content in the atmosphere is established]. RBK. 2018. 21.11. URL: https://info.sibnet.ru/article/551171/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews (date of access: 22.03.2020). (In Russ.)

Spiegel opublikoval rejting podverzhenny`kh stikhijny`m bedstviyam stran [Spiegel has published the rating of countries at risk of natural disasters]. RBK. 2018. 21.11. URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5bf4ce5e9a794766426d7c8a (date of access: 20.02.2020). (In Russ.)

Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience. Washington. Rotterdam: Global Commission on Adaptation. 2019. September. 81 p. URL: https://cdn.gca.org/assets/2019-09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf (date of access: 25.03.2020).

Bergevin-Chammah C. Le réchauffement planétaire: quelles en sont les implications économiques? Desjardins: Études économiques. 2019. 21 Août. 5 p. URL: https://www.desjardins.com/ressources/pdf/pv190821-f.pdf (date of access: 15.03.2020).

Carney M. Fifty Shades of Green. Finance & Development. Washington, 2019. December. P. 12–15. URL: https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2019/12/pdf/a-new-sustainable-financial-system-to-stop-climate-change-carney.pdf (date of access: 07.02.2020).

COP24 special report: health and climate change. Geneva: World Health Organization, 2018. 73 p. URL: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/9789241514972-eng.pdf (date of access: 10.03.2020).

Economic Losses, Poverty and Disasters 1998–2017. Geneva: CRED, 2018. 34 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/331642958_Economic_Losses_Poverty_and_Disasters_1998-2017/link/5c859a6d92851c69506b1f0f/download (date of access: 21.03.2020).

Greenhouse gas concentrations in atmosphere reach yet another high. World Meteorological Organization. 2019. 25 Nov. URL: https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-atmosphere-reach-yet-another-high (date of access: 19.01.2020).

Hofste R.W., Reig P., Schleifer L. 17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress. World Resources Institute. 2019. August 06. URL: https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress (date of access: 15.01.2020).

Kahn M.E., Mohaddes K. et al. Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis. Cambridge: NBER, 2019. 57 p. URL: https://www.nber.org/papers/w26167.pdf (date of access: 10.03.2020).

Kompas T., Pham V.H., Che T.N. The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains From Complying With the Paris Climate Accord. Earth's Future. 2018. Vol. 6. Issue 8. P. 1153–1173. URL: https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2018EF000922 (date of access: 15.01.2020).

La planète en feu: Des incendies climatiques aux conflits politiques // WEF. 2020. 15 janvié. URL: https://www.weforum.org/press/2020/01/burning-planet-climate-fires-and-political-flame-wars-rage (date of access: 01.03.2020).

Li D., Jiacan Yuan J., Kopp R.E. Escalating global exposure to compound heat-humidity extremes with warming. Environmental Research Letters. 2020. 5 March. 17 p. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab7d04/pdf (date of access: 14.03.2020).

Löw P. Tropical cyclones cause highest losses. Munich Re. 2020. 09.01. URL: https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/natural-disasters/natural-disasters-of-2019-in-figures-tropical-cyclones-cause-highest-losses.html (date of access: 15.04.2020).

Pihl E., Martin M.A. et al. 10 New Insights in Climate Science. Future Earth. 2019. 40 p. URL: https://futureearth.org/wp-content/uploads/2019/12/10-New-Insights-in-Climate-Science-2019.pdf (date of access: 01.03.2020).

Pouliquen F. Coronavirus: Avec l'épidémie, les émissions mondiales de CO_2 vont-elles réellement baisser en 2020? 20 minute. 2020. 06.03. URL: https://www.20minutes.fr/planete/2733435-20200306-coronavirus-epidemie-emissions-mondiales-co2-vont-elles-reellement-baisser-2020 (date of access: 09.03.2020).

Rapport 2019 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions. Nairobi, 2019. XVI p. URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19ESFR.pdf?sequence=15 (date of access: 20.01.2020).

Steffen W., Rockström J. et al. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. PNAS. 2018. Augest 14. Vol. 115. N 33. P. 8252–8259. URL: https://www.pnas.org/content/pnas/115/33/8252.full.pdf (date of access: 10.02.2020).

The Global Climate in 2015–2019. Geneva: World Meteorological Organization. 2020. 24 p. URL: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9936 (date of access: 19.03.2020).

Travailler sur une planète plus chaude. L'impact du stress thermique sur la productivité du travail et le travail décent. OIT. Genève. 2019. 5 p. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_712010.pdf (date of access: 20.03.2020).

Weather, Climate & Catastrophe Insight – 2019 Annual Report. Chicago: AON, 2020. 83 p. URL: http://thoughtleadership.aon.com/Documents/20200122-if-natcat2020.pdf?utm_source=ceros&utm_medium=storypage&utm_campaign=natcat20 (date of access: 25.03.2020).

WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019. Geneva: World Meteorological Organization. 2020. 44 p. URL: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10211 (date of access: 19.03.2020).