

Кори Дж. А. Брэдшоу^{1,2*}, Пол Р. Эрлих^{3*}, Эндрю Битти⁴, Херардо Себальос⁵, Эйлин Крист⁶, Джоан Даймонд⁷, Родольфо Дирзо⁸, Энн Х. Эрлих³, Джон Харти^{8,9}, Мэри Эллен Харти⁹, Грэм Пайк⁴, Питер Х. Равен¹⁰, Уильям Дж. Риппл¹¹, Фредерик Салтре^{1,2}, Кристин Тернбулл⁴, Матис Вакернагель¹² и Даниэль Т. Блюмштейн^{13,14*}

1глобальная экология, Колледж науки и техники, Университет Флиндерса, Аделаида, Южная Каролина, Австралия

2австралийский исследовательский совет, Центр передового опыта в области биоразнообразия и наследия Австралии, EpicAustralia.org , Аделаида, Южная Каролина, Австралия

3 Факультет биологии, Стэнфордский университет, Стэнфорд, Калифорния, США

4 Факультет биологических наук, Университет Маккуори, Сидней, Новый Южный Уэльс, Австралия

5Институт экологии, Национальный Автономный университет Мексики, Сьюадад-де-Мехико, Мексика

6 Департамент науки, технологий и общества, Virginia Tech, Блэкспург, Вирджиния, США
Альянс 7Millennium за человечество и биосферу, биологический факультет, Стэнфордский университет, Стэнфорд, Калифорния, США

8Энергетическая и ресурсная группа, Калифорнийский университет, Беркли, Беркли, Калифорния, США

9 Биологическая лаборатория Скалистых гор, Крестед-Батт, Колорадо, Соединенные Штаты

Ботанический сад 10 missouri, Сент-Луис, Миссури, США

11 Кафедра лесных экосистем и общества, Университет штата Орегон, Корваллис, Орегон, Соединенные Штаты

12Global Footprint Network, Окленд, Калифорния, США

13 Кафедра экологии и эволюционной биологии, Калифорнийский университет, Лос-Анджелес, Лос-Анджелес, Калифорния, США

14Ла Крец Холл, Институт окружающей среды и устойчивого развития,

Мы сообщаем о трех основных и острых экологических проблемах, которым уделяется мало внимания и которые требуют срочных действий.

Во-первых, мы рассматриваем доказательства того, что будущие условия окружающей среды будут гораздо более опасными, чем считается в настоящее время. Масштаб угроз биосфере и всем ее формам жизни, включая человечество, на самом деле настолько велик, что его трудно осознать даже хорошо информированным экспертам.

Во-вторых, мы спрашиваем, какая политическая или экономическая система или руководство готовы справиться с прогнозируемыми бедствиями или даже способны на такие действия.

В-третьих, эта тяжелая ситуация возлагает на ученых чрезвычайную ответственность за то, чтобы они высказывались откровенно и точно при взаимодействии с правительством, бизнесом и общественностью. Мы особенно обращаем внимание на недостаточное понимание огромных проблем на пути к созданию устойчивого будущего. Дополнительные стрессы для здоровья, благосостояния и благосостояния людей постоянно уменьшают нашу политическую способность остановить деградацию экосистемных услуг, от которых зависит общество.

Наука, лежащая в основе этих проблем, развивается, но ее осведомленность слаба. Без полной оценки и распространения информации о масштабах проблем и масштабности

требуемых решений общество не сможет достичь даже скромных целей в области устойчивого развития.

Вступление

Человечество приводит к быстрой потере биоразнообразия, а вместе с ним и способности Земли поддерживать сложную жизнь. Но мейнстриму трудно осознать масштабы этой потери, несмотря на неуклонную эрозию структуры человеческой цивилизации (Ceballos et al., 2015; МПБЭУ, 2019; Конвенция о биологическом разнообразии, 2020; WWF, 2020).

Хотя предлагаемых решений предостаточно (Диас и др., 2019), нынешние масштабы их реализации очевидно не соответствуют неуклонному прогрессированию утраты биоразнообразия (Камминг и др., 2006) и другим экзистенциальным угрозам, связанным с непрерывным расширением человеческого предприятия (Рис, 2020). Временные задержки между ухудшением состояния окружающей среды и социально-экономическими последствиями, как, например, в случае нарушения климата (МГЭИК, 2014), препятствуют признанию масштабов проблемы и необходимости своевременного противодействия.

Кроме того, дисциплинарная (узкая) специализация и замкнутость способствуют непониманию сложных адаптивных систем (Левин, 1999), в которые встроены проблемы и их потенциальные решения (Селби, 2006; Бранд и Карвонен, 2007). Широко распространенное незнание человеческого поведения (Van Bavel et al., 2020) и постепенный характер социально-политических процессов, которые планируют и внедряют решения, еще больше задерживают эффективные действия (Shanley and López, 2009; King, 2016).

Мы суммируем здесь состояние природного мира в четкой форме, чтобы помочь прояснить серьезность затруднительного положения человека. Мы также обрисовываем вероятные будущие тенденции в области сокращения биоразнообразия (Диас и др., 2019), нарушения климата (Риппл и др., 2020), а также роста потребления и численности населения, чтобы продемонстрировать почти уверенность в том, что эти проблемы усугубятся в ближайшие десятилетия с негативными последствиями на столетия вперед. Наконец, мы обсуждаем неэффективность текущих и запланированных действий, направленных на устранение зловещей эрозии системы жизнеобеспечения Земли. Наш призыв не к капитуляции — мы стремимся предоставить лидерам реалистичный “холодный душ” о состоянии планеты, который необходим для планирования, чтобы избежать ужасного будущего.

Утрата биоразнообразия

Основные изменения в биосфере напрямую связаны с ростом человеческих систем (обобщено на рисунке 1). В то время как быстрая потеря видов и популяций различается по интенсивности в зависимости от региона (Ceballos et al., 2015, 2017, 2020; Диас и др., 2019), и большинство видов не были должным образом оценены на предмет риска исчезновения (Webb and Mindel, 2015), определенные глобальные тенденции очевидны. С момента начала сельского хозяйства около 11 000 лет назад биомасса наземной растительности сократилась вдвое (Erb et al., 2018), что привело к соответствующей потере >20% ее первоначального биоразнообразия (Díaz et al., 2019), что в совокупности означает, что >70% поверхности суши Земли был изменен Homo sapiens (МПБЭУ, 2019). За последние 500 лет было зарегистрировано более 700 случаев исчезновения видов позвоночных (Диас и др., 2019) и ~600 видов растений (Хамфриз и др., 2019), причем многие другие виды явно вымерли без учета (Тедеско и др., 2014). Численность популяций видов позвоночных, которые отслеживались на протяжении многих лет, за последние пять десятилетий сократилась в среднем на 68% (WWF, 2020), при этом некоторые группы популяций находятся в состоянии крайнего сокращения (Leung et al., 2020), что предвещает неминуемое вымирание их видов (Ceballos et al., 2020). В целом, возможно, 1

миллиону видов в ближайшем будущем угрожает исчезновение из примерно 7-10 миллионов видов эукариот на планете (Mora et al., 2011), при этом около 40% одних только растений считаются находящимися под угрозой исчезновения (Antonelli et al., 2020). Сегодня глобальная биомасса диких млекопитающих составляет менее 25% от той, которая была оценена для позднего плейстоцена (Bar-On et al., 2018), в то время как насекомые также быстро исчезают во многих регионах (Wagner, 2020; обзоры в van Klink et al., 2020).

РИСУНОК 1

www.frontiersin.org

Рисунок 1. Краткое изложение основных категорий экологических изменений, выраженных в процентном отношении к базовому уровню, приведенному в тексте. Красным цветом обозначен процент категории, которая повреждена, утеряна или иным образом затронута, в то время как синим цветом обозначен процент, который не поврежден, не поврежден или иным образом не затронут. Надстрочные номера указывают на следующие ссылки: 1IPBES, 2Halpern и др., 2015; 3Krumhansl и др., 2016; 4Waycott и др., 2009; 5Díaz и др., 2019; 6Christensen и др., 2014; 7Frieler и др., 2013; 8Erb и др., 2018; 9Davidson, 2014; 10Grill и др., 2019; 11WWF, 2020; 12Бар-ОН и др., 2018; 13Антонелли и др., 2020; 14Мора и др., 2011.

Пресноводной и морской среде также был нанесен серьезный ущерб. Сегодня в мире насчитывается <15% первоначальной площади водно-болотных угодий по сравнению с тем, что было 300 лет назад (Davidson, 2014), и >75% рек длиной более 1000 км больше не текут свободно по всему своему руслу (Grill et al., 2019). Более двух третей океанов были в той или иной степени скомпрометированы деятельностью человека (Halpern et al., 2015), живой коралловый покров на рифах сократился вдвое менее чем за 200 лет (Frieler et al., 2013), за последнее столетие численность морских водорослей сокращалась на 10% за десятилетие (Уэйкотт и др., 2009; Диас и др., 2019), леса из водорослей сократились примерно на 40% (Крумхансл и др., 2016), а биомасса крупных хищных рыб в настоящее время составляет <33% от того, что было в прошлом столетии (Кристенсен и др., 2014).

При такой быстрой и катастрофической утрате биоразнообразия предоставляемые им экосистемные услуги также сократились. К ним относятся, в частности, снижение поглощения углерода (Heath et al., 2005; Lal, 2008), снижение опыления (Potts et al., 2016), деградация почв (Lal, 2015), ухудшение качества воды и воздуха (Smith et al., 2013), более частые и интенсивные наводнения (Bradshaw и др., 2007; Хинкель и др., 2014) и пожары (Бур и др., 2020; Боуман и др., 2020), а также угроза здоровью людей (Диас и др., 2006; Брэдшоу и др., 2019). В качестве красноречивых показателей того, сколько биомассы человечество передало из природных экосистем для нашего собственного использования, из предполагаемых 0,17 Гт живой биомассы наземных позвоночных на Земле сегодня большая часть представлена домашним скотом (59%) и людьми (36%) — только ~ 5% от этой общей биомассы производится поглощается дикими млекопитающими, птицами, рептилиями и амфибиями (Bar-On et al., 2018). По состоянию на 2020 год общий материальный результат человеческой деятельности превышает сумму всей живой биомассы на Земле (Elhacham et al., 2020).

Шестое массовое вымирание

Массовое вымирание определяется как потеря ~75% всех видов на планете за геологически короткий промежуток времени — обычно менее 3 миллионов лет (Яблонски и др., 1994; Барноски и др., 2011). Начиная с кембрия произошло по меньшей мере пять крупных событий вымирания (Sodhi et al., 2009), самое последнее из которых произошло

66 миллионов лет назад в конце мелового периода. Фоновый показатель вымирания с тех пор составил 0,1 вымирающих видов—1 год—1 (Ceballos et al., 2015), в то время как оценки сегодняшнего уровня вымирания на порядки выше (Lamkin and Miller, 2016). Зарегистрированные случаи вымирания позвоночных с 16 века — лишь верхушка айсберга истинного вымирания — дают показатель вымирания 1,3 вида в год—1, что консервативно более чем в 15 раз превышает фоновый показатель (Ceballos et al., 2015). По оценкам МСОП, около 20% всех видов находятся под угрозой исчезновения в течение следующих нескольких десятилетий, что значительно превышает фоновый показатель. То, что мы уже находимся на пути шестого крупного вымирания, в настоящее время научно неоспоримо (Barnosky et al., 2011; Ceballos et al., 2015, 2017).

Экологический перекос: Численность населения и чрезмерное потребление С 1970 года численность населения земного шара примерно удвоилась, достигнув сегодня почти 7,8 миллиарда человек (prb.org). В то время как некоторые страны перестали расти и даже сократились в размерах, средняя мировая фертильность по—прежнему превышает воспроизводство (2,3 ребенка на 1 женщину), при этом в странах Африки к югу от Сахары в среднем 4,8 ребенка на 1 женщину, а во многих других странах фертильность превышает 4 ребенка на 1 женщину (например, Афганистан, Йемен, Тимор-Лешти). По прогнозам, в ближайшие 30 лет население Африки к югу от Сахары, насчитывающее сегодня 1,1 миллиарда человек, - региона, который, как ожидается, столкнется с особенно серьезными последствиями изменения климата (Serdeczny et al., 2017), — удвоится. К 2050 году население земли, вероятно, вырастет до ~9,9 миллиарда человек (prb.org), при этом многие прогнозируют, что рост продолжится и в следующем столетии (Bradshaw and Brook, 2014; Gerland et al., 2014), хотя более поздние оценки предсказывают пик к концу этого столетия (Vollset и др., 2020).

Большая численность населения и продолжающийся рост связаны со многими социальными проблемами. Последствия роста численности населения в сочетании с несовершенным распределением ресурсов приводят к массовому отсутствию продовольственной безопасности. По некоторым оценкам, 700-800 миллионов человек голодают, а 1-2 миллиарда страдают от недостаточности питательных микроэлементов и не могут полноценно функционировать, с перспективами еще многих продовольственных проблем в ближайшем будущем (Эрлих и Харт, 2015а,б). Большие популяции и их продолжающийся рост также являются факторами деградации почв и утраты биоразнообразия (Pimm et al., 2014). Чем больше людей, тем больше производится синтетических соединений и опасных одноразовых пластмасс (Vethaak and Leslie, 2016), многие из которых усугубляют растущее отравление Земли (Cribb, 2014). Это также увеличивает вероятность пандемий (Daily and Ehrlich, 1996б), которые подпитывают все более отчаянную охоту за скучными ресурсами (Klare, 2012). Рост населения также является фактором многих социальных проблем, от скученности и безработицы до ухудшения инфраструктуры и плохого управления (Harte, 2007). Появляется все больше свидетельств того, что, когда население велико и быстро растет, оно может стать причиной как внутренних, так и международных конфликтов, которые приводят к войне (Klare, 2001; Toon et al., 2007). Многочисленные, взаимосвязанные причины гражданской войны, в частности, разнообразны, включая бедность, неравенство, слабые институты, политические недовольства, этнические разногласия и экологические факторы, такие как засуха, вырубка лесов и деградация земель (Homer-Dixon, 1991, 1999; Collier and Hoefer, 1998; Hauge and Illingsen, 1998; Фирон и Лайтин, 2003; Брюкнер, 2010; Ачемоглу и др., 2017). Сам по себе рост населения может даже увеличить вероятность военного участия в конфликтах (Tir and Diehl, 1998). Страны с более высокими темпами прироста населения столкнулись с большим количеством социальных конфликтов со временем Второй мировой войны

(Acemoglu et al., 2017). В этом исследовании приблизительное удвоение населения страны вызвало около четырех дополнительных лет полномасштабной гражданской войны или конфликта низкой интенсивности в 1980-х годах по сравнению с 1940-1950-ми годами, даже после учета уровня доходов, независимости и возрастной структуры страны.

Одновременно с ростом населения **потребление человечества** как доля регенеративной способности Земли выросло с ~ 73% в 1960 году до 170% в 2016 году (Lin et al., 2018), при этом потребление на душу населения в странах с самым высоким доходом значительно увеличилось. С COVID-19 это превышение сократилось до 56% по сравнению с регенеративной способностью Земли, что означает, что в период с января по август 2020 года человечество потребило столько, сколько Земля может восстановить за весь год (overshootday.org). В то время как неравенство между людьми и странами остается ошеломляющим, глобальный средний класс быстро рос и к 2018 году превысил половину населения земли (Kharas and Hamel, 2018). Более 70% всех людей в настоящее время живут в странах с дефицитом биоемкостей, в то же время имея доход ниже среднемирового, что лишает их возможности компенсировать дефицит биоемкостей за счет покупок (Вакернагель и др., 2019) и подрывает будущую устойчивость из-за снижения продовольственной безопасности (Эрлих и Харт, 2015b). Показатели потребления в странах с высоким уровнем дохода по-прежнему значительно выше, чем в странах с низким уровнем дохода, причем во многих из последних даже наблюдается снижение доли потребления на душу населения (Dasgupta and Ehrlich, 2013; Wackernagel et al., 2019).

Этот массовый экологический выброс в значительной степени обусловлен растущим использованием ископаемого топлива. Эти удобные виды топлива позволили нам отделить потребности человека от биологической регенерации: 85% коммерческой энергии, 65% волокон и большинство пластмасс в настоящее время производятся из ископаемого топлива. Кроме того, производство продуктов питания зависит от потребления ископаемого топлива, при этом каждая единица произведенной пищевой энергии требует многократного увеличения энергии ископаемого топлива (например, в 3 раза для стран с высоким потреблением, таких как Канада, Австралия, США и Китай; overshootday.org). Это в сочетании с растущим потреблением углеродоемкого мяса (Ripple et al., 2014) в сочетании с растущим средним классом привело к резкому увеличению глобального углеродного следа сельского хозяйства. В то время как изменение климата требует полного отказа от использования ископаемого топлива задолго до 2050 года, давление на биосферу, вероятно, возрастет до обезуглероживания, поскольку человечество вводит в эксплуатацию альтернативные источники энергии. Проблемы потребления и биоразнообразия также будут усугубляться огромной физической инерцией всех крупных "запасов", которые формируют текущие тенденции: построенная инфраструктура, энергетические системы и население.

Поэтому также неизбежно, что совокупное потребление будет увеличиваться, по крайней мере, в ближайшем будущем, особенно по мере того, как благосостояние и численность населения продолжают расти в tandem (Wiedmann et al., 2020). Даже если в течение этого промежутка времени произойдут крупные катастрофы, они вряд ли повлияют на демографическую траекторию вплоть до 22-го века (Bradshaw and Brook, 2014). Хотя изменение климата, связанное с населением (Wynes and Nicholas, 2017), приведет к увеличению смертности людей (Mora и др., 2017; Parks и др., 2020), заболеваемости (Patz и др., 2005; Диас и др., 2006; Пэн и др., 2011), развитие (Баррека и Шаллер, 2020), познание (Якобсон и др., 2019), урожайность сельскохозяйственных культур (Вердин и др., 2005; Шмидхубер и Туббельло, 2007; Браун и Фанк, 2008; Гаупп и др., 2020) и конфликты (Боас, 2015), нет никакого способа — ни этического, ни иного (за исключением

экстремального и беспрецедентного увеличения человеческой смертности) — избежать роста численности людей и сопутствующего чрезмерного потребления. Тем не менее, внедрение политики в области прав человека, направленной на снижение рождаемости, и обуздание моделей потребления могли бы уменьшить последствия этих явлений (Рис, 2020).

Неудавшиеся международные цели и перспективы на будущее

Прекращение утраты биоразнообразия и близко не стоит на первом месте среди приоритетов любой страны, сильно отставая от других проблем, таких как занятость, здравоохранение, экономический рост или стабильность валюты. Поэтому неудивительно, что ни одна из Айтинских целей в области биоразнообразия на 2020 год, поставленных в Конвенции о биологическом разнообразии (CBD.int) была проведена конференция 2010 года (Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии, 2020 год). Даже если бы они были выполнены, они все равно не смогли бы добиться какого-либо существенного сокращения темпов вымирания. В более широком смысле большинство связанных с природой Целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (ЦУР) (например, ЦУР 6, 13-15) также находятся на пути к провалу (Вакернагель и др., 2017; Диас и др., 2019; Мессерли и др., 2019), в основном потому, что большинство ЦУР не были достигнуты. адекватно учитывали их взаимозависимость с другими социально-экономическими факторами (Брэдшоу и Ди Минин, 2019; Брэдшоу и др., 2019; Мессерли и др., 2019). Таким образом, очевидный парадокс высокого и растущего среднего уровня жизни, несмотря на растущий ущерб окружающей среде, дорого обошелся стабильности средне- и долгосрочной системы жизнеобеспечения человечества. Другими словами, человечество управляет экологической финансовой пирамидой, в которой общество грабит природу и будущие поколения, чтобы заплатить за повышение доходов в краткосрочной перспективе (Эрлих и др., 2012). Даже Всемирный экономический форум, который находится в плenу опасной пропаганды "зеленого комуфляжа" (Bakan, 2020), теперь признает утрату биоразнообразия одной из главных угроз мировой экономике (Всемирный экономический форум, 2020).

Возникновение давно предсказанной пандемии (Daily and Ehrlich, 1996a), вероятно, связанной с утратой биоразнообразия, является ярким примером того, как этот дисбаланс ухудшает как здоровье, так и благосостояние людей (Austin, 2020; Dobson et al., 2020; Roe et al., 2020). Поскольку три четверти новых инфекционных заболеваний возникают в результате взаимодействия человека и животных, ухудшение состояния окружающей среды в результате изменения климата, обезлесения, интенсивного земледелия, охоты на мясо диких животных и бурного роста торговли дикими животными означает, что возможности для взаимодействия, передающего патогены, высоки (Austin, 2020; Daszak et al., 2020). То, что большая часть этой деградации происходит в Горячих точках биоразнообразия, где разнообразие патогенов также является самым высоким (Keesing et al., 2010), но где институциональный потенциал наиболее слаб, еще больше увеличивает риск высвобождения и распространения патогенов (Austin, 2020; Schmeller et al., 2020).

Нарушение климата

Опасные последствия изменения климата гораздо более очевидны для людей, чем последствия утраты биоразнообразия (Legagneux et al., 2018), но обществу по-прежнему трудно эффективно бороться с ними. Цивилизация уже превысила глобальное потепление на $\sim 1,0^{\circ}\text{C}$ по сравнению с доиндустриальными условиями и находится на пути к тому, чтобы вызвать потепление по крайней мере на $1,5^{\circ}\text{C}$ в период с 2030 по 2052 год (МГЭИК, 2018). Фактически, сегодняшняя концентрация парниковых газов составляет >500 частей на миллион CO₂-е (Батлер и Монтцка, 2020), в то время как, согласно МГЭИК,

450 частей на миллион CO₂-е дадут Земле всего 66% шансов на то, что потепление не превысит 2 ° С (МГЭИК, 2014). Концентрация парниковых газов будет продолжать увеличиваться (благодаря положительным обратным связям, таким как таяние вечной мерзлоты и высвобождение накопленного метана) (Burke et al., 2018), что приведет к дальнейшей задержке реакции на снижение температуры, даже если человечество полностью прекратит использовать ископаемое топливо задолго до 2030 года (Steffen et al., 2018).

Антропогенные изменения климата стали глобально обнаруживаться в погоде любого отдельного дня (Sippel et al., 2020). Фактически, климат в мире соответствовал или превзошел предыдущие прогнозы (Brysse et al., 2013), возможно, из-за зависимости МГЭИК от средних значений нескольких моделей (Herger et al., 2018) и языка политической консервативности, присущего политическим рекомендациям, стремящимся к многонациональному консенсусу (Herrando-Pérez et dr., 2019). Однако последние климатические модели (CMIP6) показывают большее потепление в будущем, чем прогнозировалось ранее (Forster et al., 2020), даже если общество отслеживает необходимый путь снижения выбросов в ближайшие десятилетия. Страны в целом не достигли целей 5-летнего Парижского соглашения (Организация Объединенных Наций, 2016), и в то время как глобальная осведомленность и озабоченность возросли, а ученые предложили серьезные преобразующие изменения (в производстве энергии, сокращении загрязнения, охране природы, производстве продуктов питания, экономике, демографической политике и т.д.), эффективные международные ответные меры еще не приняты (Ripple et al., 2020). Даже если предположить, что всем подпишавшим сторонам действительно удастся ратифицировать свои обязательства (сомнительная перспектива), ожидаемое потепление все равно достигнет 2,6–3,1 °С к 2100 году (Rogelj et al., 2016), если не будут приняты и выполнены большие дополнительные обязательства. Без таких обязательств прогнозируемое повышение температуры Земли будет иметь катастрофические последствия для биоразнообразия (Urban, 2015; Steffen et al., 2018; Strona and Bradshaw, 2018) и человечества (Smith et al., 2016).

Что касается международных соглашений об изменении климата, то в Парижском соглашении (Организация Объединенных Наций, 2016 год) единогласно установлен целевой показатель в 1,5–2 °С. Но с тех пор прогресс в предложении, не говоря уже о том, чтобы следовать (добровольным) “предполагаемым национальным решительным взносам” для действий в области изменения климата на период после 2020 года, был совершенно недостаточным.

Политическая импотенция

Если бы большая часть населения мира действительно понимала и ценила масштабы кризисов, которые мы здесь обобщаем, и неизбежность ухудшения условий, логично было бы ожидать позитивных изменений в политике и практике, которые соответствовали бы серьезности экзистенциальных угроз. Но происходит обратное. Подъем правых популистских лидеров связан с антиэкологическими программами, что недавно было замечено, например, в Бразилии (Nature, 2018), США (Нейпур, 2018) и Австралии (Burck et al., 2019). Большие различия в доходах, богатстве и потреблении между людьми и даже между странами затрудняют проведение какой-либо политики в глобальном масштабе по ее осуществлению или эффекту.

Центральной концепцией в экологии является обратная связь по плотности (Herrando-Pérez et al., 2012) — по мере того, как популяция приближается к своей способности переносить окружающую среду, средняя индивидуальная пригодность

снижается (Brook and Bradshaw, 2006). Это, как правило, подталкивает население к мгновенному проявлению пропускной способности, что замедляет или обращает вспять рост населения. Но на протяжении большей части истории человеческая изобретательность увеличивала пропускную способность природной среды для нас, разрабатывая новые способы увеличения производства продуктов питания (Хопfenберг, 2003), расширения эксплуатации дикой природы и повышения доступности других ресурсов. Эта инфляция включала изменение температуры с помощью укрытия, одежды и контроля микроклимата, транспортировку товаров из отдаленных мест и, как правило, снижение вероятности смерти или травм с помощью инфраструктуры и услуг сообщества (Cohen, 1995). Но с появлением ископаемого топлива наш вид продвинул свое потребление природных товаров и услуг намного дальше, чем долгосрочная пропускная способность (или, точнее, биоемкость планеты), что делает перестройку от перерегулирования, которая неизбежна, гораздо более катастрофичной, если не управлять ею тщательно (Nyström et al., 2019 год). Растущее человеческое население только усугубит это, что приведет к усилению конкуренции за постоянно сокращающийся пул ресурсов. Следствий много:

продолжающееся снижение экологической безопасности (Брэдшоу и др., 2010; Брэдшоу и Ди Минин, 2019), ухудшение здоровья детей (особенно в странах с низким уровнем дохода) (Брэдшоу и др., 2019), увеличение спроса на продовольствие, усугубляющее ухудшение состояния окружающей среды в результате интенсификации сельского хозяйства (Крист и др., 2017), более масштабные и, возможно, катастрофические последствия глобального отравления (Cribb, 2014; Swan и Colino, 2021), более широкое проявление социальных патологий (Levy и Herzog, 1974), включая насилие, усугубляемое изменением климата и самой деградацией окружающей среды (Agnew, 2013; White, 2017, 2019), рост терроризма (Coccia, 2018) и экономическая система, еще более склонная к секвестру оставшихся богатства среди меньшего числа людей (Kus, 2016; Piketty, 2020) во многом похоже на то, как расширение пахотных земель с начала 1990-х годов привело к непропорциональной концентрации богатства среди сверхбогатых (Ceddia, 2020). Преобладающей парадигмой по-прежнему остается привязка "окружающей среды" к "экономике"; тем не менее, на самом деле выбор стоит между выходом из превышения по замыслу или катастрофой — потому что выход из превышения так или иначе неизбежен.

Учитывая эти заблуждения и укоренившиеся интересы, вероятен дальнейший рост экстремистских идеологий, что, в свою очередь, ограничивает способность принимать разумные, долгосрочные решения, тем самым потенциально ускоряя порочный круг глобального ухудшения состояния окружающей среды и его последствий. Даже широко рекламированный Новый зеленый курс США (U.S. Палата представителей, 2019) фактически усугубила политическую поляризацию страны (Густафсон и др., 2019), главным образом из-за превращения "энвайронментализма" в оружие как политической идеологии, а не как универсального способа самосохранения и защиты планеты, который должен превзойти политический трайбализм. Действительно, во многих странах группы экологического протesta называют "террористами" (Hudson, 2020). Кроме того, серьезность обязательств, требуемых от любой страны для достижения значительного сокращения потребления и выбросов, неизбежно приведет к негативной реакции общественности и дальнейшему идеологическому закреплению, главным образом потому, что угроза потенциальных краткосрочных жертв рассматривается как политически неуместная. Даже несмотря на то, что само по себе изменение климата повлечет за собой огромное экономическое бремя (Burke et al., 2015; Carlton and Hsiang, 2016; Ауффхаммер, 2018), что может привести к войне (ядерной или иной) в глобальном масштабе (Клэр, 2020), большинство экономик мира основаны на политической идеи о том, что значимое противодействие сейчас слишком дорого, чтобы быть политически приемлемым. В сочетании с финансируемыми кампаниями по дезинформации в попытке защитить

краткосрочную прибыль (Орескес и Конвей, 2010; Майер, 2016; Бакан, 2020) сомнительно, что какой-либо необходимый сдвиг в экономических инвестициях достаточного масштаба будет сделан вовремя.

Несмотря на неопределенность и склонность к колебаниям в соответствии с непредсказуемыми социальными и политическими тенденциями (Boas et al., 2019; McLeman, 2019; Nature Climate Change, 2019), изменение климата и другие экологические факторы вызовут более массовую миграцию в ближайшие десятилетия (McLeman, 2019), по оценкам, от 25 миллионов до 1 млрд. ожидается, что к 2050 году ожидается миллиард экологических мигрантов (Brown, 2008). Поскольку международное право пока юридически не признает таких “экологических мигрантов” беженцами (Университет Организации Объединенных Наций, 2015) (хотя это, вероятно, изменится) (Лион, 2020), мы опасаемся, что растущий поток беженцев сократит, а не увеличит международное сотрудничество таким образом, что это еще больше ослабит наш потенциал чтобы смягчить кризис.

Изменение правил игры

Хотя в наши намерения и возможности в этой короткой перспективе не входит вникать в сложности и детали возможных решений затруднительного положения человека, нет недостатка в научно обоснованной литературе, предлагающей способы изменения человеческого поведения на благо всей существующей жизни. Оставшиеся вопросы касаются не столько того, что делать, сколько того, как, стимулируя возникновение многих организаций, занимающихся этими занятиями (например, ipbes.org , goodanthropocenes.net , overshootday.org , mahb.stanford.edu , populationmatters.org , cluboffrome.org , steadystate.org , и это лишь некоторые из них). Серьезность ситуации требует фундаментальных изменений в глобальном капитализме, образовании и равенстве, которые включают, в частности, отмену постоянного экономического роста, правильное ценообразование внешних факторов, быстрый отказ от использования ископаемого топлива, строгое регулирование рынков и приобретение собственности, усиление корпоративного лоббирования и расширение прав и возможностей женщин. Этот выбор неизбежно повлечет за собой трудные разговоры о росте населения и необходимости снижения, но более справедливого уровня жизни.

Выводы

Мы обобщили прогнозы массового вымирания, ухудшения состояния здоровья, потрясений, связанных с изменением климата (включая надвигающуюся массовую миграцию) и конфликтов за ресурсы в этом столетии. Тем не менее, наша цель не состоит в том, чтобы представить фаталистическую перспективу, потому что есть много примеров успешных вмешательств по предотвращению вымирания, восстановлению экосистем и поощрению более устойчивой экономической деятельности как на местном, так и на региональном уровнях. Вместо этого мы утверждаем, что только реалистичное понимание колossalных проблем, стоящих перед международным сообществом, может позволить ему наметить менее разрушительное будущее. Хотя в последнее время звучали призывы к научному сообществу, в частности, быть более громкими в своих предупреждениях человечеству (Ripple et al., 2017; Cavicchioli et al., 2019; Gardner and Wordley, 2019), они были недостаточно убедительными, чтобы соответствовать масштабам кризиса. Учитывая существование человеческого “предубеждения к оптимизму”, которое заставляет некоторых недооценивать серьезность кризиса и игнорировать предупреждения экспертов, хорошая коммуникационная стратегия в идеале должна ослаблять это предубеждение, не вызывая непропорциональных чувств страха и отчаяния (Пайк, 2017; Ван Бавел и др., 2020). Поэтому эксперты в любой дисциплине, которая имеет дело с будущим биосферы и

благополучием человека, обязаны избегать сдержанности, избегать приукрашивания предстоящих грандиозных задач и “рассказывать все как есть”. Все остальное в лучшем случае вводит в заблуждение или небрежно и потенциально смертельно опасно для человечества в худшем случае.

Заявление о доступности данных

Оригинальные материалы, представленные в исследовании, включены в статью /дополнительный материал, дополнительные запросы могут быть направлены соответствующему автору /авторам.

Авторский вклад

CAP, FTB и PRE разработали концепцию и написали статью при участии AB, GC, EC, JD, RD, AH, JH, MEH, GP, PHR, OR, FS, CT и MW. CJAB подготовил рисунок. Все авторы внесли свой вклад в статью и одобрили представленную версию.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что исследование проводилось в отсутствие каких-либо коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.