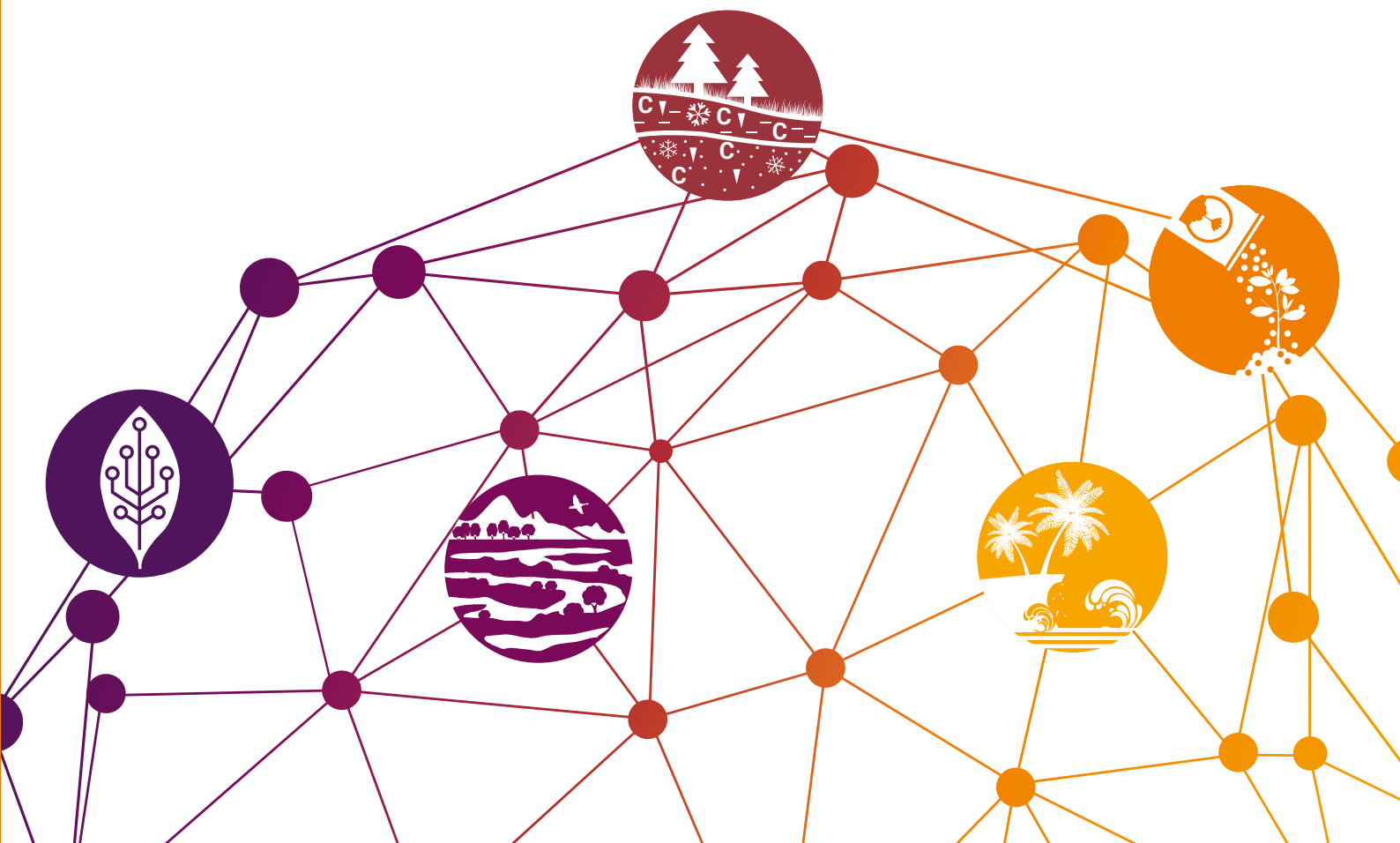


# ПЕРЕДОВЫЕ РУБЕЖИ 2018/2019 ГОДА

Намечающиеся проблемы, имеющие экологическое измерение



© Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, 2019 г.  
ISBN: 978-92-807-3739-4  
Номер задания: DEW/2223/NA

### **Правовая оговорка**

Настоящее издание может воспроизводиться полностью или частично и в любой форме для образовательных и некоммерческих целей без отдельного разрешения владельца авторских прав при условии обязательной ссылки на первоисточник. Программа ООН по окружающей среде будет признательна за направление ей одной копии каждой публикации, в которой настоящее издание используется в качестве источника.

Данная публикация не подлежит перепродаже или любому иному использованию в коммерческих целях без предварительного письменного разрешения Программы ООН по окружающей среде. Заявки о предоставлении такого разрешения, содержащие сведения о цели и тираже воспроизведения, следует направлять Директору Отдела коммуникации по адресу: Director, Communication Division, UN Environment, P.O. Box 30552 Nairobi, 00100 Kenya

Употребляемые обозначения и изложение материала в данной публикации не подразумевают выражения какого бы то ни было мнения со стороны Программы ООН по окружающей среде относительно правового статуса той или иной страны, территории или города, или их полномочных органов, или же относительно делимитации их границ или установления их пределов. С общими руководящими указаниями по вопросам, связанным с использованием приводимых в публикациях географических карт, можно ознакомиться по адресу: <http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm>

Упоминание какой-либо коммерческой компании или продукции в настоящей публикации не подразумевает их одобрения со стороны Программы ООН по окружающей среде. Запрещается использовать информацию из этой публикации, касающуюся запатентованных продуктов, для популяризации или рекламы.

© Авторские права на географические карты, фотографии и иллюстрации указываются в подписях к ним.

### **Предлагаемое название для цитирования:**

ЮНЕП (2019). Передовые рубежи 2018/2019 года: намечающиеся проблемы, имеющие экологическое измерение. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Найроби.

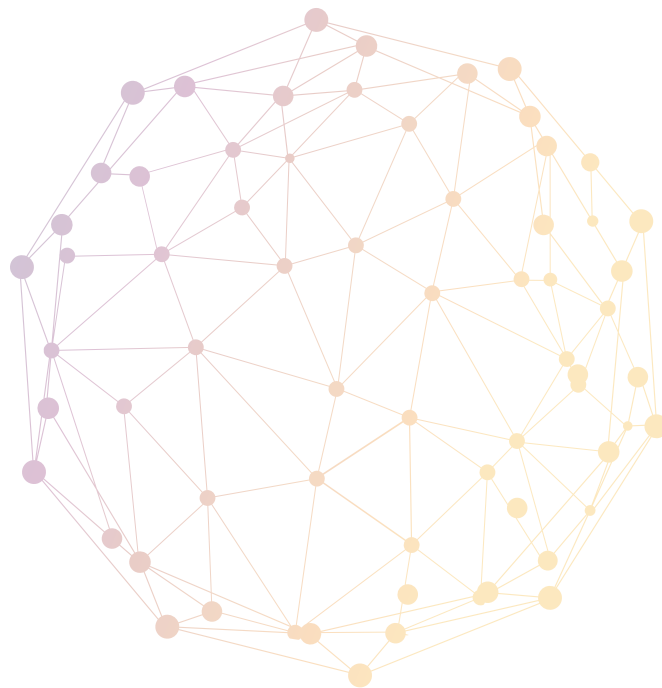
### **Производство**

Отдел естественных наук  
Программа ООН по окружающей среде  
P.O. Box 30552  
Nairobi, 00100, Kenya  
Тел.: (+254) 20 7621234  
Эл. почта: [publications@unenvironment.org](mailto:publications@unenvironment.org)  
Веб-сайт: [www.unenvironment.org](http://www.unenvironment.org)

Программа ООН  
по окружающей среде  
поощряет применение  
экологически безопасных технологий  
во всем мире и в своей деятельности.  
Наши правила распространения печатных  
изданий направлены на уменьшение  
углеродного следа Программы ООН  
по окружающей среде.

# ПЕРЕДОВЫЕ РУБЕЖИ 2018/2019 ГОДА

Намечающиеся проблемы, имеющие экологическое измерение





# Содержание

|   |   |           |
|---|---|-----------|
|   | Вступительное слово   | 7         |
|   | Выражение признательности   | 8         |
|    | <b>Синтетическая биология: реконструирование окружающей среды</b>   | <b>10</b> |
|   | Возможности и проблемы  | 10        |
|   | Переписывание кода жизни  | 12        |
|   | Новое использование прикладных технологий: от лаборатории к экосистеме  | 16        |
|   | Инновации требуют проявления мудрости   | 18        |
|   | Список использованной литературы  | 20        |
|    | <b>Экологическая связность: мост к сохранению биоразнообразия</b>   | <b>24</b> |
|   | Восстановление связности фрагментированных экосистем  | 24        |
|   | Движущие силы фрагментации  | 26        |
|   | Содействие внедрению решений, обеспечивающих связность  | 30        |
|   | Постановка целевых задач по обеспечению связности в будущем   | 32        |
|   | Список использованной литературы  | 34        |
|    | <b>Вечномерзлые торфяники: теряя почву под ногами в теплеющем мире</b>  | <b>38</b> |
|   | Ускорение изменений в Арктике   | 38        |
|   | Оттаивание вечной мерзлоты, разлагающийся торф и сложные взаимодействия   | 40        |
|   | Повышение осведомленности о вечномерзлых торфяниках   | 44        |
|   | Первоочередные задачи в области накопления знаний и расширения сетей взаимодействия   | 46        |
|   | Список использованной литературы  | 48        |
|  | <b>Фиксация азота: от циклического загрязнения азотом к экономике, обеспечивающей рециркуляцию азота</b>                      | <b>52</b> |
|   | Глобальная проблема азота   | 52        |
|   | Общеизвестные и предполагаемые свойства азота   | 54        |
|   | Раздробленность политики и решения, направленные на формирование многооборотной экономики                                     | 58        |
|   | На пути к целостному международному подходу в отношении азота   | 60        |
|   | Список использованной литературы  | 62        |
|  | <b>Плохая адаптация к изменению климата: как не попасть в западню на пути сохранения способности к эволюционному развитию</b> | <b>66</b> |
|   | Определение адаптации и плохой адаптации в контексте изменения климата  | 66        |
|   | Нарастание проблем плохой адаптации   | 68        |
|   | Предотвращение плохой адаптации в условиях ограничения глобального потепления не более чем на 1,5°C                           | 73        |
|   | Список использованной литературы  | 74        |







# Вступительное слово



В первом десятилетии XX-го века два немецких химика — Фриц Габер и Карл Бош — разработали способ недорогого и крупномасштабного производства синтетического азота. Благодаря этому изобретению началось массовое производство удобрений на основе азота, которое преобразовало сельское хозяйство по всему миру. Наряду с этим оно ознаменовало собой начало нашего долгосрочного вмешательства в баланс азота на Земле. В настоящее время ежегодные потери химически активного азота в окружающую среду оцениваются в 200 млрд долл. США, и это приводит к деградации наших земель, загрязняет воздух, которым мы дышим, и служит спусковым крючком распространения «мертвых зон» и токсичного цветения водорослей в наших водотоках.

Поэтому неудивительно, что многие ученые утверждают, что нынешнюю геологическую эру следует официально именовать эпохой «антропоцена». Всего за несколько десятилетий деятельность человека стала причиной ускорения темпов роста среднемировой температуры, которая повышается в 170 раз быстрее, чем в природных условиях. Более 75 процентов всей поверхности суши на нашей планете подверглось планомерному

изменению, а более 93 процентов всех рек навсегда изменили свое течение. Мы не только стали причиной кардинальных перемен в биосфере, но и обрели способность переписывать код структурных элементов, из которых состоят живые организмы, более того, научились создавать их практически с нуля.

Каждый год сеть ученых, специалистов и учреждений со всего мира ведет работу под эгидой Программы ООН по окружающей среде в целях выявления и анализа назревающих проблем, которые окажут глубокое воздействие на наше общество, экономику и окружающую среду. Одни из этих проблем неразрывно связаны с новыми удивительными технологиями, которые находят прикладное применение и несут непредсказуемые риски, тогда как другие являются вечными вопросами, как, например, фрагментация девственных ландшафтов и оттаивание вечномерзлой почвы. Загрязнение окружающей среды азотом является еще одной проблемой, ставшей непредвиденным последствием десятилетий деятельности человека в биосфере. Наконец, плохая адаптация к изменению климата — последняя из проблем, проанализированных в настоящем докладе, подчеркивает нашу неспособность адекватно и надлежащим образом приспособиться к меняющемуся вокруг нас миру.

Однако есть и хорошие новости, о которых следует рассказать. На следующих страницах читатель может узнать о том, что в решении глобальной проблемы регулирования круговорота азота в природе начинает формироваться целостный подход. В Китае, Индии и Европейском союзе предпринимаются новые многообещающие шаги, направленные на сокращение потерь и повышение эффективности азотных удобрений. В конечном итоге рекуперация и рециклирование азота, равно как и других ценных питательных веществ и материалов, может способствовать переводу сельского хозяйства на принципы экологически безопасного и устойчивого развития — отличительной черты подлинно многооборотной экономики.

Проблемы, исследованные в докладе «Передовые рубежи», должны служить напоминанием о том, что где бы мы ни вмешивались в природные процессы — будь то в мировом масштабе или на молекулярном уровне — мы рискуем создать долгосрочные факторы воздействия на наш общепланетарный дом. Но действуя предусмотрительно и работая вместе, мы можем упредить возникновение этих проблем и разработать такие решения, которые будут служить нам всем на благо будущих поколений.

Джойс Мсуйя

И. о. Директора-исполнителя

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде

# Выражение признательности

## Синтетическая биология: реконструирование окружающей среды

### Ведущие авторы

Бартоломей Колодзейчик, компания «H2SG Energy Pte. Ltd.», Сингапур

Натали Кофлер, Йельский институт биосферных исследований, Йельский университет, штат Коннектикут, Соединенные Штаты Америки

### Соавторы и рецензенты

Марианела Арайя, Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии, Монреаль, Канада

Джеймс Булл, Факультет естественных наук, Техасский университет в Остине, штат Техас, Соединенные Штаты Америки

Джексон Чемпер, Департамент биологической статистики и вычислительной биологии, Корнеллский университет, штат Нью-Йорк, Соединенные Штаты Америки

Чэнь Лю, Департамент биологической статистики и вычислительной биологии, Корнеллский университет, штат Нью-Йорк, Соединенные Штаты Америки

Ёнгют Ютавон, Национальное агентство по научно-техническому развитию Таиланда, Патхумтхани, Таиланд

## Экологическая связность: мост к сохранению биоразнообразия

### Ведущий автор

Гэри Табор, Центр по сохранению крупных ландшафтов, штат Монтана, Соединенные Штаты Америки

### Соавторы и рецензенты

Майя Банкова-Тодорова, Фонд сохранения видов Мохаммеда bin Зайеда, Абу-Даби, Объединенные Арабские Эмираты

Камило Андрес Корреа Айрам, Научно-исследовательский институт биологических ресурсов им. Александра фон Гумбольдта, Богота, Колумбия

Летисия Коуту Гарсия, Федеральный университет Мату-Гросу-ду-Сул, Кампу-Гранди, Бразилия

Валери Капос, Программа ООН по окружающей среде — Всемирный центр мониторинга охраны природы, Кембридж, Великобритания

Эндрю Олдз, Факультет естественных наук и инженерного дела, Университет Солнечного берега, Маручидор, Австралия

Илеана Ступариу, Географический факультет, Бухарестский университет, Румыния

## Вечномерзлые торфяники: теряя почву под ногами в теплеющем мире

### Ведущий автор

Ханс Юстен, Грайфсвальдский университет / Грайфсвальдский центр по изучению болот, Грайфсвальд, Германия

### Соавторы и рецензенты

Дианна Копански, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Дэвид Олефельдт, Факультет сельскохозяйственных, биологических и экологических наук, Альбертский университет, Эдмонтон, Канада

Дмитрий Стрелецкий, Географический факультет, Университет Джорджа Вашингтона, Вашингтон, округ Колумбия, Соединенные Штаты Америки

## Фиксация азота: от циклического загрязнения азотом к экономике, обеспечивающей рециркуляцию азота

### Ведущие авторы

Марк Саттон, Центр по экологии и гидрологии, Эдинбург, Великобритания

Нандула Рагхурам, Университет Индрапрастха Гуру Гобинд Сингха, Нью-Дели, Индия

Тапан Кумар Адхья, Калингский институт промышленных технологий, Бхубанешвар, штат Одisha, Индия

### Соавторы и рецензенты

Джилл Бэрн, Геологическая служба США, штат Колорадо, Соединенные Штаты Америки

Кристофер Кокс, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Вим де Врис, Вагенингенский университет и научно-исследовательский центр, Вагенинген, Нидерланды

Кевин Хикс, Стокгольмский институт окружающей среды, Йорк, Великобритания

Клэр Ховард, Центр по экологии и гидрологии, Эдинбург, Великобритания

Сяотан Цзюй, Факультет сельскохозяйственных ресурсов и экологических наук, Китайский сельскохозяйственный университет, Пекин, Китай

Дэвид Кантер, Колледж искусств и наук, Нью-Йоркский университет, штат Нью-Йорк, США



**Карджел Массо**, Международный институт тропического сельского хозяйства, Ибадан, Нигерия  
**Жан Пьер Ометто**, Национальный институт космических исследований, Сан-Жозе-дус-Кампус, Бразилия  
**Рамеш Рамачандран**, Национальный центр по устойчивому управлению прибрежной зоной, Министерство окружающей среды, леса и изменения климата, Ченнаи, Индия  
**Ханс Ван Гринсвен**, Нидерландское агентство экологических оценок (PBL), Гаага, Нидерланды  
**Вилфрид Винивартер**, Международный институт прикладного системного анализа, Лаксенбург, Австрия

### **Плохая адаптация к изменению климата: как не попасть в западню на пути сохранения способности к эволюционному развитию**

#### **Ведущий автор**

**Кэтрин МакМюллен**, Стокгольмский институт окружающей среды, Бангкок, Таиланд

#### **Соавторы и рецензенты**

**Томас Даунинг**, Глобальное партнерство по адаптации к изменению климата, Оксфорд, Великобритания  
**Энтони Патт**, Институт экологических решений, Швейцарская высшая техническая школа Цюриха, Цюрих, Швейцария  
**Бернадетт Ресуррексьон**, Стокгольмский институт окружающей среды, Бангкок, Таиланд  
**Джессика Трони**, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

#### **Особой благодарности заслуживают:**

Александра Бартельмес и Косима Тебетмейер, Грайфсвальдский центр по изучению болот, Германия; Марин Клиндер, Национальный центр данных по исследованию снега и льда, штат Колорадо, Соединенные Штаты Америки; Саломея Чаманджи, Дэвид Коул, Никольен Деланж, Анджелина Джампу, Филип Дрост, Вирджиния Гитари, Цзянь Лю, Ариана Маджини, Нада Матта, Полин Муго, Сюзан Мутеби-Ричардс, Шари Ниджман, Андреас Обрехт, Сэмюэл Опийо, Мозес Осани, Роксанна Самий, Раджиндер Сиан, Нандита Сурендран и Жозефина Вамбуа, Программа ООН по окружающей среде.

#### **Консультанты по производству**

Маартен Каппелле и Эдоардо Дзандри, Программа ООН по окружающей среде.

#### **Производственная группа**

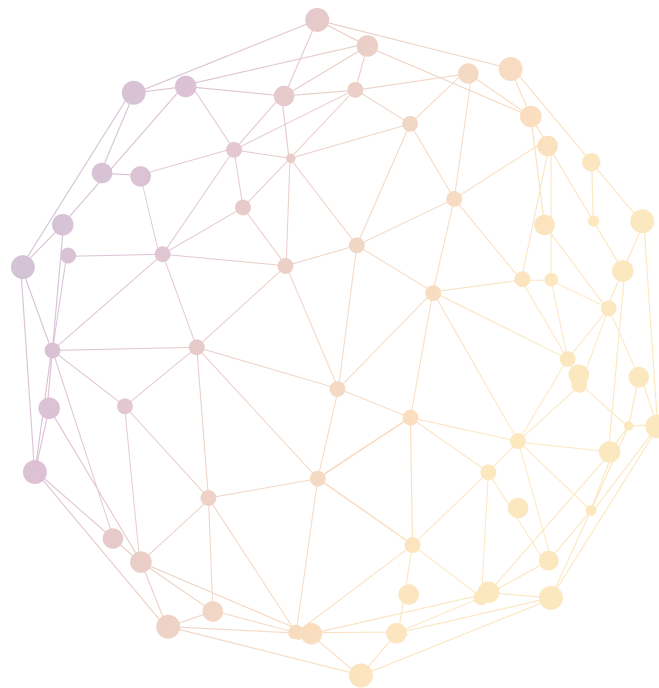
Главный редактор: Пинья Сарасас, Программа ООН по окружающей среде  
Техническая поддержка: Аллан Лелей, Программа ООН по окружающей среде  
Выпускающий редактор: Александра Хортон, Великобритания

#### **Художественно-графическое оформление и верстка**

Художник-оформитель: Одри Ринглер, Программа ООН по окружающей среде  
Картограф: Джейн Муриити, Программа ООН по окружающей среде

#### **Печать**

ЮНОН / Секция типографских услуг / Найроби, сертифицировано по стандарту ISO14001:2004





Наводнение 2011 года в Бангкоке, Таиланд  
Фотография предоставлена: Wutthichai / Shutterstock.com

## Плохая адаптация к изменению климата: как не попасть в западню на пути сохранения способности к эволюционному развитию

### Определение адаптации и плохой адаптации в контексте изменения климата

Метафоры являются крайне важным элементом логического мышления. Применительно к исследованиям и политике в области изменения климата термины «адаптация» и «плохая адаптация» заимствованы из эволюционной биологии.<sup>1</sup> В принципе, генетические мутации появляются в каждом поколении того или иного биологического вида самопроизвольно, и процесс естественного отбора под воздействием условий внешней окружающей среды предопределяет успех или неудачу как этих мутаций, так и, соответственно, биологических видов. Эту идею можно применить к бактериям, растениям и животным, экосистемам и даже к моделям поведения человека. Важной особенностью успешной адаптации является сохранение способности к эволюционному развитию, то есть способности продолжать развитие путем дальнейшей адаптации к непрерывно меняющимся условиям окружающей среды.<sup>2</sup> В эволюционной биологии определяющим признаком плохой адаптации является отсутствие способности к эволюционному развитию. Это тупик.

Хотя истоки адаптации берут начало в эволюционной биологии, использование этого термина для обозначения успешного реагирования человека на изменения в окружающей среде началось во время борьбы со стихийными бедствиями. В этой сфере все меры реагирования на то или иное стихийное бедствие, предпринимаемые человеком, в том числе усилия, направленные на ослабление или исключение воздействия со стороны источника бедствия, представляют собой адаптацию к изменившимся условиям.<sup>3</sup> В ходе переговоров по Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКООНИК) эти меры были разделены на так называемые меры по борьбе с загрязнением, и адаптационные меры. Одним из логических обоснований для их разграничения стало то, что участники переговоров могли отложить попытки достижения договоренности о путях борьбы с выбросами или смягчения их последствий, принимая во внимание то, что адаптация выглядела менее трудоемким вариантом достижения цели.<sup>4</sup> Другое объяснение заключается в том, что развитые страны поддержали бы только те усилия, которые приносят конечные результаты всемирного масштаба, такие как сокращение концентрации

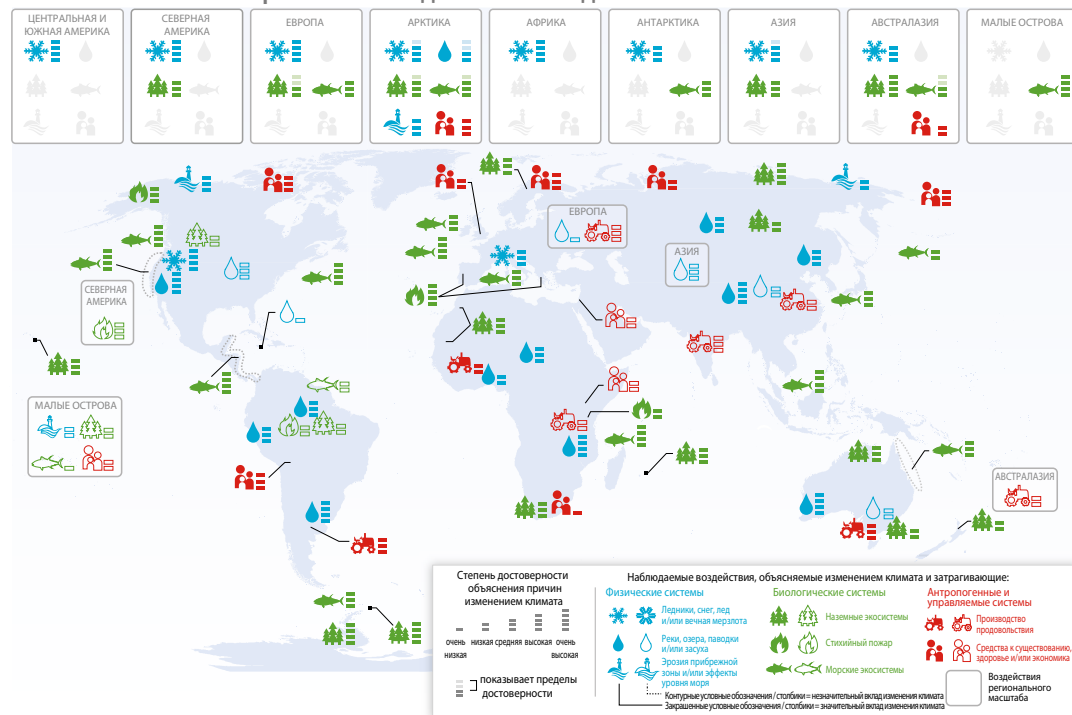
диоксида углерода в атмосфере, а не меры по адаптации, ориентированные на решение задач местного уровня.<sup>5</sup>

По мере поэтапного продвижения вперед на переговорах об изменении климата исследователи приступили к изучению того, как и почему некоторые адаптационные меры отклоняются от заданного направления, особенно те из них, на которые затрачиваются значительные объемы людских, природных или финансовых ресурсов.<sup>6</sup> При формировании этих точек зрения Межправительственная группа экспертов Организации Объединенных Наций по изменению климата (МГЭИК) осознала важность согласования точной и недвусмысленной терминологии. В 2001 году эта группа предложила принять эталонное определение плохой адаптации, которое отличается от того, как этот термин используется в биологии или поведенческих науках, а именно как «...адаптация, которая не уменьшает уязвимость, а наоборот увеличивает ее».<sup>7</sup> В ходе дальнейших обсуждений основное внимание уделялось различиям между плохой адаптацией и неуспешной адаптацией. Неуспешная адаптация может быть нейтральной – это может просто означать, что то или иное действие не привело к искомому результату. Но когда преднамеренная адаптация приводит к повышению уязвимости других групп населения и секторов, пусть даже в будущем, то такие меры представляют собой плохую адаптацию.<sup>8</sup> В то же

время ни неуспешную адаптацию, ни плохую адаптацию не следует путать с фиктивной адаптацией — расточительными проектами, представленными как адаптация, такими как создание дорогостоящих инфраструктурных объектов, обслуживающих особые интересы небольшой группы людей, которые фактически не повышают жизнестойкость или не понижают уязвимость перед лицом изменения климата.<sup>9</sup>

Осмысление понятия «плохая адаптация» продолжается, и в одном из авторитетных исследований эта проблема рассматривается под углом зрения конечных результатов, что позволило выявить пять категорий плохой адаптации по сравнению с альтернативными вариантами. Согласно этому анализу плохая адаптация — это такие действия, которые увеличивают выбросы парниковых газов, возлагают несоразмерное бремя на наиболее уязвимые слои населения, сопряжены с повышенными затратами по сравнению с альтернативными вариантами, ослабляют стимулы к адаптации или задают движение по пути, который ограничивает возможности выбора, доступные будущим поколениям.<sup>8</sup> Эти параметры были уточнены и расширены в Пятом оценочном докладе, опубликованном МГЭИК в 2014 году.<sup>10</sup> По мере того, как концепция противопоставления адаптации и плохой адаптации проясняется и появляется возможность проведения более четкого различия между ними, задача устранения последствий изменения климата должна становиться все менее пугающей.

## Глобальные закономерности наблюдаемых последствий изменения климата



Каждый символ, внесенный в расположенные сверху ячейки, обозначает класс систем, для которых изменение климата сыграло значительную роль в наблюдаемых изменениях в соответствующем регионе по крайней мере в одной из систем в пределах этого класса, а доверительный интервал атрибуции этих общерегиональных последствий обозначен столбиками. Последствия регионального масштаба, в которых фактор изменения климата играет незначительную роль, показаны в виде контурных символов во вставках, расположенных на картографическом изображении соответствующего региона. Субрегиональные последствия обозначаются на карте символами, размещенными в примерной области их возникновения. Район, подвергшийся воздействию, может представлять из себя как конкретную точку на карте, так и обширную область, например, бассейн крупной реки. Обозначения факторов воздействия на физические (синий), биологические (зеленый) и антропогенные (красный) системы различаются по цвету. Отсутствие воздействия изменения климата на этой диаграмме не означает, что такого воздействия не произошло.

Источник: Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата<sup>11</sup>



## Нарастание проблем плохой адаптации

В условиях изменения климата понятие плохой адаптации развивается, и в сферу ее охвата теперь входят не только неработоспособные меры по адаптации, но и адаптационные действия, которые наносят ущерб ресурсам, сужают круг будущих вариантов, усугубляют проблемы, с которыми сталкиваются уязвимые слои населения, или передают ответственность за решение этих проблем будущим поколениям. Если адаптационные меры нарушают принципы устойчивого развития, социальной справедливости и искоренения нищеты, особенно в том смысле, что они возлагают несоразмерное бремя на уязвимые слои населения, то эти меры становятся составной частью плохой адаптации.<sup>12</sup> Усилия, направленные на предотвращение широкомасштабного распространения плохой адаптации, включают проведение исследований по выявлению основных рисков и разработку стратегий ответственной адаптации на протяжении всего жизненного цикла инфраструктурных активов, которые могут быть положены в основу принимаемых решений и действий специалистов по вопросам планирования и регулирующих органов, проектировщиков, строителей, операторов, инвесторов и страховщиков.<sup>13</sup> Угрозы, порождаемые плохой адаптацией, скорее всего, будут возрастать по мере увеличения масштабов предпринимаемых действий. Используя пример способности к эволюционному развитию в биологии, можно проводить предварительный отсев мер, ведущих к плохой адаптации, а выдвигание на первый план задачи сохранения способности к эволюционному развитию может предупредить возникновение серьезных ошибок.

Ограничение будущих вариантов на уровне возведения волноотбойной стены вдоль границ участка, находящегося в частной собственности, может рассматриваться как плохая адаптация, поскольку это вызовет проблемы и ограничит варианты выбора для соседей, но последствия таких действий обычно влияют только на близлежащие окрестности. Однако если плохо продуманное действие усугубляет изначальные проблемы или ограничивает будущий выбор в региональном или глобальном масштабе, то это становится гораздо более опасной плохой адаптацией. В более широком плане такие проявления плохой адаптации могут не только ограничить способность к эволюционному развитию, но и поставить под угрозу жизнестойкость экосистем, образа жизни и целых обществ. Широкая распространенность плохих адаптационных действий, особенно тех, которые приводят к увеличению выбросов парниковых газов или усиливают деградацию экосистем, может внести свой вклад в формирование биогеофизических обратных связей, подталкивающих систему Земли к переломным моментам, которые могут привести к нарушению равновесия в глобальном масштабе. Многие из этих переломных моментов необратимы, например утрата вечной мерзлоты, коралловых рифов или тропических лесов Амазонии, и эта необратимость может подвести человечество к переходу отметки общепланетарных пороговых значений.<sup>13</sup>



### Сокращенное изложение определения плохой адаптации, содержащегося в Пятом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата<sup>10</sup>

В Пятом оценочном докладе, опубликованном МГЭИК в 2014 году, Рабочая группа II по воздействиям, уязвимости и адаптации (РГИ) определила плохую адаптацию как «... действия, которые могут привести к повышенному риску неблагоприятных, связанных с климатом последствий, большей уязвимости к изменению климата или ухудшению благосостояния в настоящее время или в будущем». В нем также представлена сводная таблица с двенадцатью широкими категориями плохой адаптации.

В двух из предложенных РГИ категорий описываются действия, которые намеренно игнорируют то, что уже известно: неспособность предвидеть ожидаемое изменение климата и неспособность принимать во внимание более широкие последствия. К другим категориям относятся: компромиссные решения, когда задача уменьшения уязвимости в долгосрочной перспективе вытесняется целью получения краткосрочных преимуществ, в том числе за счет истощительного расходования ресурсов, которое приводит к возникновению уязвимости на более позднем этапе; промедление как альтернатива быстрым непродуманным действиям; возведение объектов инфраструктуры, не рассчитанных на длительную эксплуатацию; и угроза недобросовестности, когда принятие риска стимулируется различными схемами получения выгоды.

В остальных категориях на первый план выдвигаются действия, которые ставят одну группу, часто элиту, в привилегированное положение по отношению к другим слоям населения, в качестве предупреждения о том, что увековечивание привилегий может привести к конфликту, а также к действиям, которые игнорируют местные знания, традиции и сложившиеся взаимоотношения. Вместе с тем настойчивая реализация традиционных, но неадекватных мер реагирования также считается плохой адаптацией.

Наряду с этим РГИ предостерегает от действий, создающих трудноустраняемую зависимость от предыдущих решений, и действий, особенно по возведению защитных сооружений и принятию соответствующих решений, которые исключают альтернативные подходы, такие как адаптация на экосистемной основе. Наконец, миграция может стать надлежащей адаптацией или плохой адаптацией — или и тем, и другим — в зависимости от конкретных условий и конечного результата.

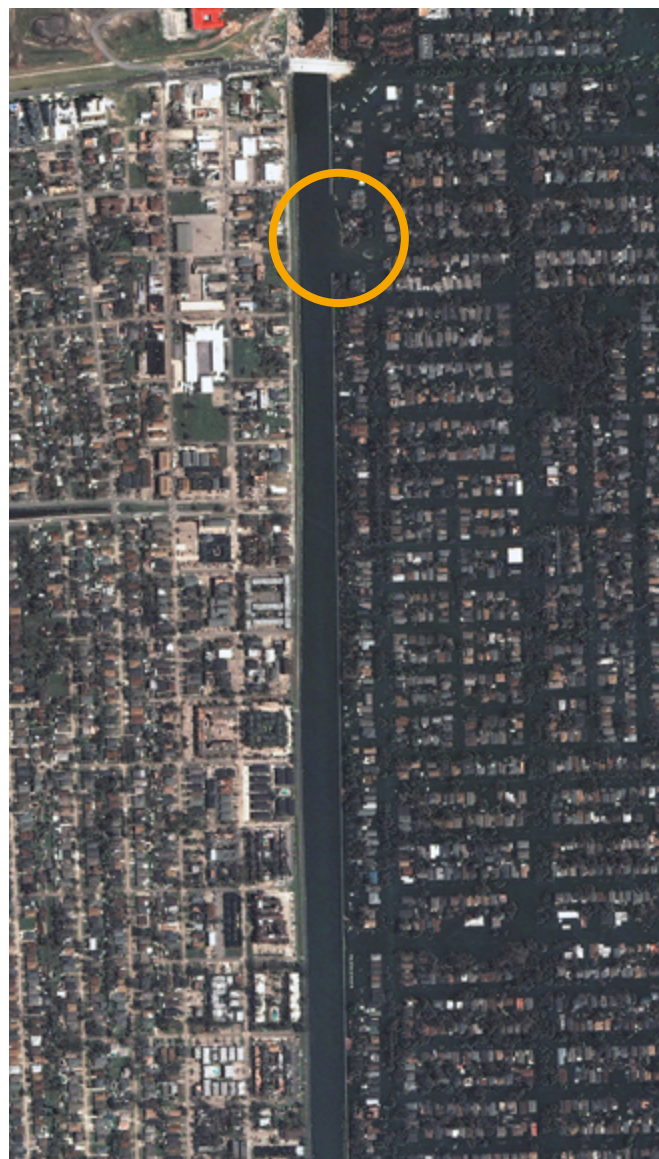
В докладе МГЭИК «Глобальное потепление на 1,5°C», опубликованном в 2018 году, определены многочисленные требования к эффективной адаптации, демонстрирующие важное значение климатосберегающих методов планирования и осуществления в период перехода к приемлемому приросту температуры.<sup>15</sup> Важнейший компонент этого перехода заключается в предотвращении плохой адаптации. Ряд случаев регионального масштаба, которые, по собственной оценке действующих лиц, являются или не являются ответными мерами в связи с изменением климата, могут служить примерами полезных исследований, поскольку нас ожидает будущее, которому будет нанесен ущерб изменением климата. Эти случаи представляют собой краткие описания категорий, представленных в Пятом оценочном докладе МГЭИК и других рефератах текущей научной литературы.

### **Обеспечение баланса между краткосрочными нуждами и планированием долгосрочной жизнестойкости**

Примером нахождения баланса между краткосрочными и долгосрочными выгодами, который уже был представлен в качестве наглядного примера возможного присутствия элементов плохой адаптации, служит проект создания устойчивой к изменению климата прибрежной инфраструктуры на юго-западе Бангладеш.<sup>16</sup> Суть вопроса заключается в сравнении преимуществ адаптации, которые могут быть получены в течение ближайших двух десятилетий, с более долгосрочными издержками плохой адаптации, которые возобладают к 2050 году по мере затопления этого региона в результате повышения уровня моря.<sup>16</sup> К потенциальным конечным результатам плохой адаптации относятся сложные проблемы миграции как за пределы региона, так и на его территорию. Инвесторы рассчитывают на то, что новые рынки и улучшенные дороги, мосты, дренажные системы и укрытия от циклонов убедят людей, проживающих в прибрежных районах, остаться, хотя, возможно, им следовало бы переехать вглубь страны. Существует большая вероятность того, что эти объекты привлекут новых жителей, возможно, включая некоторую часть обитателей неформальных поселений в Дакке, которые уже были перемещены в результате экологических катастроф.<sup>18</sup>

### **Возложение несопоставимого бремени на наиболее уязвимые слои населения**

В некоторых случаях попытки адаптации к изменяющимся условиям по нескольким направлениям могут стать плохой адаптацией для конкретных слоев населения. После того как в 2005 году ураган «Катрина» опустошил Новый Орлеан и прилегающий к нему регион США, первоначальные планы по созданию новых озелененных зон в целях повышения жизнестойкости городов перед угрозой будущих наводнений предусматривали приобретение участков на низменных землях, которые традиционно принадлежали малоимущим афроамериканцам, а не другим группам населения.<sup>12,19</sup> Это конкретное предложение по обновлению городов принято не было. Однако более десяти лет спустя исследования показали, что многие из беднейших и наиболее социально отчужденных жителей города так и не смогли вернуть себе то немногое, чем они обладали, и значительная их часть была вынуждена уехать за пределы этого региона.<sup>12,19</sup>



*Фотография предоставлена: Digital Globe ([www.digitalglobe.com](http://www.digitalglobe.com))*

В августе 2005 года ураган «Катрина» серьезно повредил многие участки системы дамб, предназначенной для защиты низинных районов Нового Орлеана от наводнений и штормовых нагонов. Как видно на спутниковом снимке, прорыв дамбы позволил паводковой воде хлынуть из канала на 17-й улице в районы на его восточной стороне и затопить их, причинив имущественный ущерб на миллиарды долларов.

## Плохая адаптация к изменению климата

Наглядные примеры, представленные в инфографике, демонстрируют ряд действий по адаптации к изменению климата в различных масштабах. В некоторых случаях эти действия либо привели к плохой адаптации по причине непредвиденных последствий, либо станут примером плохой адаптации в ближайшем будущем. Другая категория — это действия, предпринятые после рассмотрения многих факторов, с целью исключить возможность плохой адаптации.

Согласно определению МГЭИК плохая адаптация — это преднамеренные адаптационные действия, которые вопреки задуманному повышают риск связанного с климатом ущерба, повышают уязвимость к изменению климата или уменьшают благосостояние в настоящее время или в будущем.

Плохие адаптационные меры — это результат неудачного выбора между имеющимися альтернативами, то есть такой выбор, который увеличивает выбросы парниковых газов, несправедливо обременяет наиболее уязвимые слои населения, влечет за собой неоправданные издержки, ослабляет стимулы к адаптации или ограничивает возможности выбора, доступные будущим поколениям.

При  
нятии решений,  
**игнорирующих  
результаты научных  
исследований**, более  
широкие возможные  
осложнения или  
вероятные  
последствия

Действия в  
пользу одной группы  
заинтересованных лиц  
за счет другой, что  
увеличивает вероятность  
возникновения **будущих  
конфликтов и  
ущерба**

**Неразумные  
компромиссы:**  
краткосрочные выгоды  
вместо долгосрочных  
преимуществ, риск ради выгоды  
(риск недобросовестности),  
слишком короткий период  
рассмотрения вместо  
слишком  
продолжительного

Действия,  
обуславливающие  
**зависимость от  
предыдущих решений**  
и безальтернативного  
применения углеродоемких  
технологий или  
ликвидирующие  
возможности выбора для  
будущих поколений

Переселение,  
которое ставит  
различные группы  
населения в еще  
**более опасные  
условия**

## Засуха

Изменение климата нарушает круговорот воды в природе. Засухи станут более интенсивными, частыми и непрерывно возобновляющимися, угрожая всем видам деятельности человека и функционированию экосистем. Продолжительная засуха приводит к чрезмерной эксплуатации запасов подземных вод, и после дождей водоносные горизонты редко пополняются в достаточной степени.

К 2025 году  
**48% всех земель  
мира, скорее всего,  
станут  
засушливыми  
районами**

Регулярно  
повторяющиеся засухи  
вынудили 70% малоимущих  
сомалийских скотоводов  
заняться производством  
древесного угля, что привело к  
масштабной вырубке лесов,  
которая **ускорила процесс  
опустынивания** и привела  
к **повышению  
уязвимости**

## Сельское хозяйство

В результате изменения климата регулярно возобновляющиеся экстремальные погодные явления ставят под угрозу системы сельскохозяйственного производства. Фермеры гордятся своей способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, но экстремальные явления случаются так часто и повторяются с такой непредсказуемостью, что адаптация становится постоянным поводом для беспокойства.

Некоторые  
зимбабвийские  
фермеры компенсируют  
климатическую неопределенность  
расширением масштабов  
использования пестицидов.  
Слишком часто уничтожаются и  
полезные насекомые, что  
приводит к ухудшению  
условий выращивания  
сельскохозяйственных  
культур.

В  
Бразилии после  
внедрения **адаптиро-  
ванных к климату сортов  
сельскохозяйственных  
культур** начали снимать два  
урожая в год. Поскольку  
начало сезона дождей  
сдвигается, эта практика  
становится плохой  
адаптацией.

## Нехватка воды

К 2050 году 5,7 миллиарда человек могут проживать в районах, испытывающих нехватку воды. Регионы уже адаптируются к нехватке воды за счет эксплуатации подземных вод, нормирования воды или опреснения. В долгосрочной перспективе такие меры могут оказаться плохой адаптацией.

С нехваткой воды  
сталкивается Мексика.  
Эксплуатация удаленных  
источников подземных вод  
является краткосрочным  
решением. Реальная адаптация  
означает инвестирование средств в  
долгосрочные решения, такие как  
сбор дождевой воды, а также  
очистка бытовых сточных вод  
и их повторное  
использование.



## Охрана здоровья

Сдвиг границ климатических зон и увеличение частоты и интенсивности экстремальных климатических явлений отражаются на состоянии здоровья. Эта нестабильность приводит к снижению урожайности и повышению распространенности переносчиков болезней, угрожающих критически важным биологическим видам, а также человеку.

Антибиотики  
применяются в  
чрезмерных количествах  
и ненадлежащим образом как  
в целях профилактики, так и для  
лечения ветеринарных болезней.  
Плохая адаптация к  
**трансмиссивным болезням**  
усугубляет угрозы, связанные  
с устойчивостью  
к антибиотикам.

В одном из  
исследований показано,  
что навоз крупного рогатого  
скота, которого лечили  
антибиотиками, **выделяет  
больше метана**, чем навоз, не  
содержащий антибиотиков.  
Остатки антибиотиков также  
приводили к изменению  
кишечной микрофлоры  
навозных жуков.





## Повышение уровня моря

Во всем мире уровень моря продолжает повышаться, что ставит под угрозу инфраструктуру, запасы подземных вод, природные барьерные острова и прибрежные общины. Угроза самому существованию низколежащих стран и малых островных государств затрагивает образ жизни миллионов людей.

Во Флориде уровни воды в каналах используются для поддержания давления, препятствующего **проникновению соленых вод** в пресные подземные воды. Повышение уровня моря обуславливает необходимость поддержания более высоких уровней воды, что увеличивает угрозу наводнений.

На Гавайях законодательство штата гарантирует доступ коренных жителей к побережью для культурных целей и рыбного промысла как источника средств к существованию. Повышение уровня моря ограничивает доступность побережья для людей, что в несоразмерно большей степени сказывается на положении малоимущих слоев населения, при этом продолжают осуществляться проекты в целях получения прибыли частными компаниями.

## Крупные города

К 2050 году в крупных городах будет жить 70% населения мира. Во всем мире крупные города уже сталкиваются с последствиями изменения климата, проявляющимися в виде периодов сильной жары, наводнений и сбоев в адаптации. Процесс городской адаптации включает политические установки, развитие инфраструктуры или технологические решения. Принимаемые решения редко приносят пользу всем, но могут создавать угрозу интересам социально отчужденных групп населения.

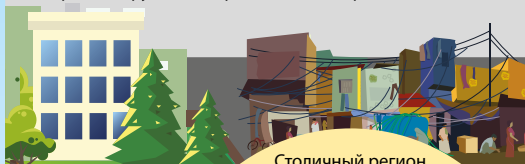


Потепление и нехватка воды побудили власти города Мельбурна в Австралии расширить масштабы кондиционирования воздуха и опреснения морской воды. Это плохие адаптационные меры, поскольку: способствуя увеличению выбросов ПГ, они усугубляют уязвимость других систем, секторов и общин.



## Наводнения

Наводнения являются одним из наиболее распространенных последствий изменения климата во всем мире. Существующих систем регулирования паводков и управления водными ресурсами, справляющихся с чрезвычайными ситуациями в прошлом, уже недостаточно. В условиях продолжающегося изменения климата избежать плохой адаптации можно только путем перехода к адаптивному управлению на основе вовлеченности широкого круга заинтересованных сторон.



Столичный регион Бангкока подвержен наводнениям из-за отсутствия планирования и инвестиций. Незапланированная и плохо скоординированная **«автономная адаптация»** приводит к затоплению территорий, расположенных ниже по течению, и ослабляет всю дренажную систему государства. Официальные меры реагирования на наводнения, принятые в 2011 году, предусмотрели защиту материально обеспеченных людей и возложили слишком тяжелое бремя на уязвимые слои населения.

## Уязвимость общества

Во всем мире люди приспосабливаются к последствиям изменения климата различными способами: переселением, водоснабжению, внедрении схем страхования рисков, изменении стратегий обеспечения доступности средств к существованию, принимая решение о добровольной или вынужденной миграции и реализуя проекты переселения. Когда эти методы, преследующие благие намерения, плохо подходят для местных условий или не учитывают многочисленные аспекты проблемы, уязвимость может повыситься.

Проекты переселения, осуществляемые в Китае в целях адаптации к изменению климата, предусматривают финансовые стимулы и повышение уровня жизни. Наряду с этим они возлагают **несоразмерно тяжелое бремя** на тех, кто оказался забыт, на тех, кто уже перемещен, и на малоимущие слои населения.



## Лесные пожары

С 1979 по 2013 год продолжительность пожароопасного сезона во всем мире увеличилась на 19%. Лесные пожары играют важную роль в экосистемах всего мира, но их разрушительная сила может привести к краху социально-экономических систем. В некоторых регионах стандартные стратегии управления усугубляют положение дел.



После десятилетий борьбы с пожарами и пяти лет засухи, обусловленной изменением климата, калифорнийские леса полны **топлива для лесных пожаров**. Учитывая произошедшие изменения, органы власти штата собираются провести **контролируемое выжигание** растительности, чтобы справиться с этой угрозой.

Некоторые фермеры стремятся защитить себя от экстремальных погодных явлений посредством **страхования урожаев**, что может препятствовать реализации стратегий более глубокой адаптации.

**Политические установки в области страхования** являются плохой адаптацией, если они стимулируют модели поведения, сопряженные с повышенным риском, например восстановление зданий в опасных местах, или способствуют замещению, а не перестройке имеющихся объектов в соответствии с изменяющимися условиями. По мере усиления климатических угроз страхование может создавать **ложное чувство безопасности**.

В малых островных государствах все более высокие приливы захлестывают побережье, уничтожая запасы пресной воды и посевы. Исследователи предполагают, что наилучшим долгосрочным решением в целях предотвращения плохой адаптации, связанной с переселением, является **мобильность рабочей силы**.



## ПЛОХАЯ АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА: КАК НЕ ПОПАСТЬ В ЗАПАДНЮ НА ПУТИ СОХРАНЕНИЯ СПОСОБНОСТИ К ЭВОЛЮЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ

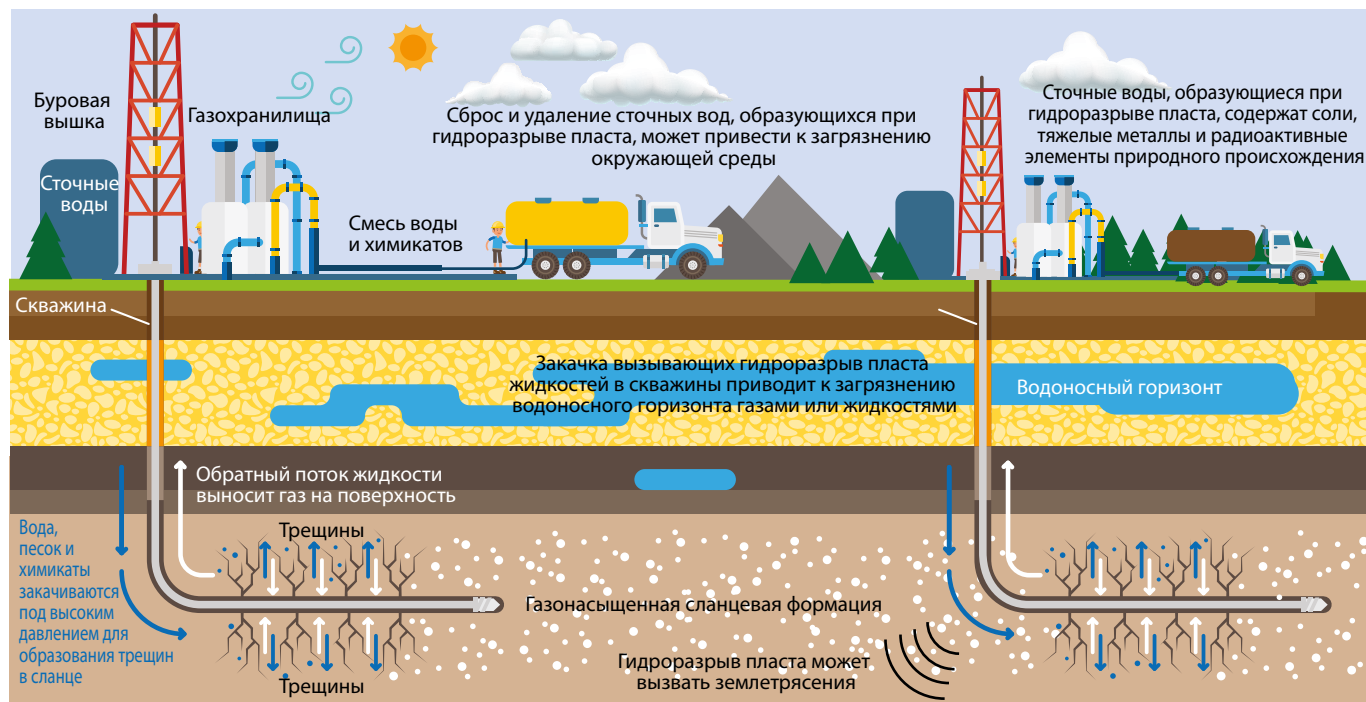
### Ограничение вариантов будущих действий

Геологи и инженеры-нефтяники разработали методы извлечения нефти и газа из глубоких резервуаров, загерметизированных слоем покрывающей породы.<sup>21</sup> Считается, что некоторые истощенные резервуары могут на протяжении веков и даже тысячелетий связывать диоксид углерода.<sup>22</sup> Их пригодность обусловлена нашей уверенностью в непроницаемости этих хранилищ и достаточном качестве слоя покрывающей породы, герметизирующего резервуар.<sup>21,23</sup> Когда применение природного газа пропагандировалось в качестве стратегии смягчения последствий, то есть в качестве связующего звена при переходе от сжигания угля и нефти к возобновляемым источникам энергии, инвестиции росли, а технология развивалась.<sup>24</sup> Однако это переходное решение породило больше проблем, чем первоначально предполагалось. Многие из этого было связано с развитием техники добычи, получившей название гидроразрыв пласта, или фрекинг.<sup>25,26</sup> Эта технология предусматривает, что под землю под высоким давлением закачивается смесь воды, песка и химикатов, создающая щели и трещины в резервуаре в целях высвобождения природного газа. В результате гидроразрыва пласта возникает ряд экологических проблем, включая истощение водоносных горизонтов и их загрязнение химическими

веществами, используемыми при бурении и нагнетании, утечку метана в окружающую среду и повышенную сейсмичность.<sup>27-30</sup> Кроме того, есть основания полагать, что гидроразрыв пласта способен разрушить герметизирующую покрывающую породу, которая позволяет использовать истощенные резервуары в качестве ценного механизма связывания углерода.<sup>31,32</sup>

В докладе МГЭИК «Глобальное потепление на 1,5°C» приводится подробное описание двух путей сокращения выбросов и ограничения поступления парниковых газов в атмосферу, которые позволяют достичь цели удержания среднемирового повышения температуры по сравнению с доиндустриальными уровнями в пределах 1,5°C. Оба пути в значительной степени зависят от перспектив связывания углерода в геологических формациях.<sup>15</sup> Эта политика поощрения использования гидроразрыва пласта служит наглядным примером плохой адаптации по двум причинам: она предоставляет возможность отказаться от долгосрочных преимуществ ради краткосрочных выгод и способствует попаданию в зависимость от предыдущих решений, наносящих ущерб будущим ресурсам. В то же время гидроразрыв пласта увеличивает выбросы парниковых газов за счет утечки метана на протяжении всего производственного цикла.<sup>26,33-35</sup>

### Гидроразрыв пласта или фрекинг





Газовое месторождение Джона, штат Вайоминг, Соединенные Штаты Америки

Фотография предоставлена: EcoFlight

## Предотвращение плохой адаптации в условиях ограничения глобального потепления не более чем на 1,5°C

Видение будущего, предложенное в докладе МГЭИК «Глобальное потепление на 1,5°C», и оправданность замысла удержания повышения температуры в этих пределах, позволяют сделать вывод о том, что последствия изменения климата должны быть более широко рассмотрены в решениях, принимаемых в государственном и частном секторах, а также гражданским обществом.<sup>14</sup> Вместо того чтобы сужать концепцию плохой адаптации, сводя ее к неудачным и осложняющим ситуацию конечным результатам, формально отнесенным к понятию адаптация, советники по вопросам политики и лица, принимающие решения на различных уровнях и в широком круге учреждений, могли бы расширить тематику своих обсуждений и перейти к рассмотрению того, как избежать плохой адаптации к изменению климата уже на этапе планирования.

В докладе «Глобальное потепление на 1,5°C» также подчеркивается значимость Повестки дня Организации Объединенных Наций на период до 2030 года и провозглашенных в ней целей устойчивого развития, особенно тех, которые касаются обеспечения равенства и справедливости.<sup>14</sup> В этом видении предстоящего решения климатических проблем основное внимание уделяется построению такого будущего, которое обеспечивает достойный образ жизни и которое будет лучше, чем то, с чем приходится сталкиваться в наши дни слишком большому числу людей. Устранение первопричин конфликтов, войн, отсутствия безопасности, нищеты и миграции является жизненно важным компонентом этого видения. Человек как биологический вид всегда приспосабливался к изменяющимся

условиям, и мы по своей природе являемся существами, способными адаптироваться. Обучение методом проб и ошибок — это надежный метод, которым можно руководствоваться в процессе адаптации. Но мы также являемся биологическим видом, который способен проявлять дальновидность и строить планы на будущее. Мы можем планировать наше будущее. Избегать плохой адаптации означает учиться не только на собственных ошибках, но и на ошибках, с которыми сталкиваются отдельные люди и общины по всему миру. Проявление дальновидности не ограничивается подозрениями, предположениями или даже устремлениями определенной группы людей, а должно основываться на научных данных и реально осуществимых вероятностях.

Имеющиеся фактические данные свидетельствуют о том, что плохой адаптации можно избежать путем оценки всех издержек и выгод, включая сопутствующие выгоды, для всех групп общества, а также путем четкого определения победителей и проигравших и возможности распределить связанное с этим бремя ответственности. Укоренившаяся привычка пренебрегать интересами будущих поколений не подходит ни для одного из предусмотренных МГЭИК путей удержания глобального потепления в пределах 1,5°C, которые позволят поддерживать показатели среднемировой температуры в рамках этого управляемого диапазона. Сейчас мы живем в будущем, которое было излишне обесценено во время согласования Рамочной конвенции об изменении климата в 1992 году. Избегать плохой адаптации означает не допустить безальтернативного применения углеродоемких технологий и попадания в зависимость от предыдущих решений, а вместо этого оптимизировать способность к эволюционному развитию. В противном случае, с биологической точки зрения, мы окажемся в тупике.

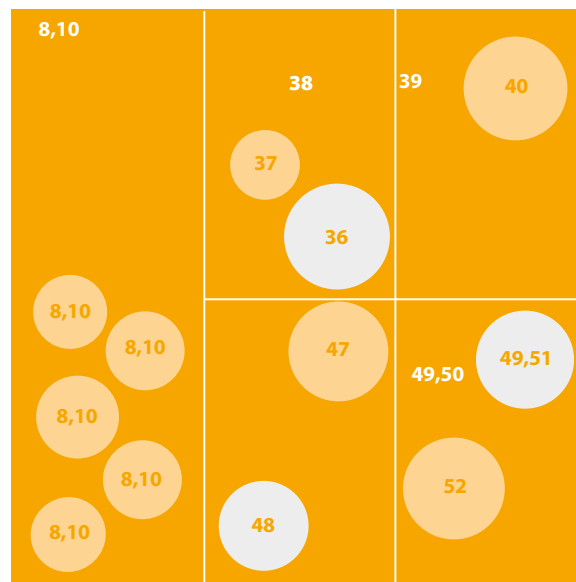


## Список использованной литературы

1. Darwin, C.R. (1859). *On the origin of the species by means of natural selection*. London: John Murray.
2. Martínez-Padilla, J., Estrada, A., Early, R. and García-González, F. (2017). Evolvability meets biogeography: evolutionary potential decreases at high and low environmental favourability. *Proceedings of the Royal Society B*, 284(1856), 20170516. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0516>
3. Burton, I., Kates, R.W. and White, G.F. (1993). *The environment as hazard*. New York: Guilford Press.
4. Greenhill, B., Dolšák, N. and Prakash, A. (2018). Exploring the adaptation-mitigation relationship: Does information on the costs of adapting to climate change influence support for mitigation? *Environmental Communication*, 12(7), 911-927. <https://doi.org/10.1080/10.1080/17524032.2018.1508046>
5. Bodansky, D. (1993). The United Nations Framework Convention on Climate Change: A commentary. *Yale Journal of International Law*, 18, 451. <https://digitalcommons.law.yale.edu/yjil/vol18/iss2/>
6. Burton, I. and van Aalst, M.K. (1999). Come hell or high water: integrating climate change vulnerability and adaptation into Bank work. Environment Department working paper No. 72, Climate change series. Washington DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/212171468756566936/pdf/multi-page.pdf>
7. McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J. and White, K.S. (eds.). (2001). Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press
8. Barnett, J., and O'Neill, S. (2010). Maladaptation. *Global Environmental Change*, 2(20), 211-213. <https://www.sciencedirect.com/journal/global-environmental-change/vol/20/issue/2>
9. Dolšák, N. and Prakash, A. (2018). The politics of climate change adaptation. *Annual Review of Environment and Resources*, 43, 317-341. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-025739>
10. Noble, I.R., Huq, S., Anokhin, Y.A., Carmin, J., Goudou, D., Lansigan, F.P. et al. (2014). Adaptation needs and options. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E. et al. (eds.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. 833-868. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap14\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap14_FINAL.pdf)
11. Cramer, W., Yohe, G.W., Auffhammer, M., Huggel, C., Molau, U., da Silva Dias, M.A.F. et al. (2014) Detection and attribution of observed impacts. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E. et al. (eds.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. 979-1037. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
12. Anguelovski, I., Shi, L., Chu, E., Gallagher, D., Goh, K., Lamb, Z. et al. (2016). Equity impacts of urban land use planning for climate adaptation: critical perspectives from the global north and south. *Journal of Planning Education and Research*, 36(3), 333-348. <https://doi.org/10.1177%2F0739456X16645166>
13. Hayes, S. (2019). Adapting infrastructure to climate change: who bears the risk and responsibility? In *Asset Intelligence through Integration and Interoperability and Contemporary Vibration Engineering Technologies*. Mathew, J., Lim, C.W., Ma, L., Sands, D., Cholette, M.E. and Borghesani, P. (eds.). Proceedings of the 12<sup>th</sup> World Congress on Engineering Asset Management and the 13<sup>th</sup> International Conference on Vibration Engineering and Technology of Machinery. Switzerland: Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95711-1\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95711-1_24)
14. Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T.M., Folke, C., Liverman, D. et al. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252-8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>
15. Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R. et al. (eds.). Switzerland: IPCC. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
16. Magnan, A.K., Schipper, E.L.F., Burkett, M., Bharwani, S., Burton, I., Eriksen, S. et al. (2016). Addressing the risk of maladaptation to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(5), 646-665. <https://doi.org/10.1002/wcc.409>
17. Asian Development Bank (2018). *Bangladesh: Coastal Climate-Resilient Infrastructure Project*. Sovereign (Public) Project 45084-002. <https://www.adb.org/projects/45084-002/main>
18. International Organization for Migration (2009). Climate Change and Displacement in Bangladesh - A Silent Crisis? <https://www.iom.int/migrant-stories/climate-change-and-displacement-bangladesh-silent-crisis>
19. Kates, R.W., Colten, C.E., Laska, S., and Leatherman, S.P. (2006). Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: a research perspective. *Proceedings of the National Academy of Science*, 103(40), 14653-14660. <https://doi.org/10.1073/pnas.0605726103>
20. Bleemer, Z. and van der Klaauw, W. (2017). Disaster (over-)insurance: the long-term financial and socioeconomic consequences of Hurricane Katrina. Staff Report, No. 807. New York, NY: Federal Reserve Bank of New York. [https://www.newyorkfed.org/research/staff\\_reports/sr807](https://www.newyorkfed.org/research/staff_reports/sr807)
21. Orr Jr, F.M. (2003). Sequestration via injection of carbon dioxide into the deep earth. In *The Carbon Dioxide Dilemma: Promising Technologies and Policies*. National Academy of Engineering and National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press. <https://www.nap.edu/read/10798/chapter/3#17>
22. Benson, S. M. and Orr, F. M. (2008). Carbon dioxide capture and storage. *MRS bulletin*, 33(4), 303-305. <https://doi.org/10.1557/mrs2008.63>
23. Huppert, H.E. and Neufeld, J.A. (2014). The fluid mechanics of carbon dioxide sequestration. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 46, 255-272. <https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-011212-140627>

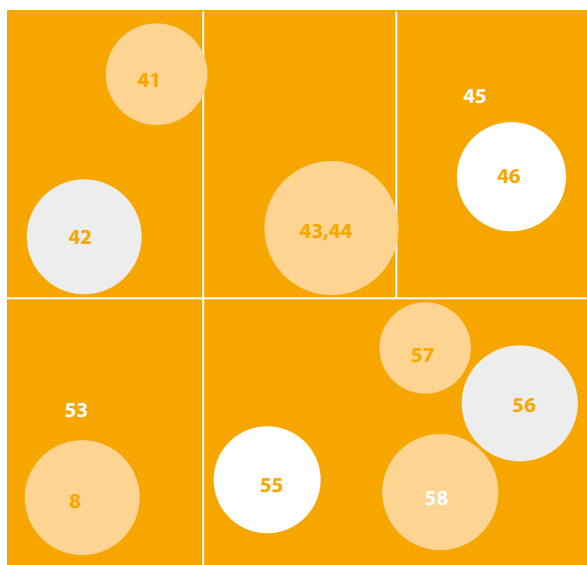
24. Weissman, S. (2016). Natural Gas as a Bridge Fuel – Measuring the Bridge. Center for Sustainable Energy, San Diego. [http://energycenter.org/sites/default/files/docs/nav/policy/research-and-reports/Natural\\_Gas\\_Bridge\\_Fuel.pdf](http://energycenter.org/sites/default/files/docs/nav/policy/research-and-reports/Natural_Gas_Bridge_Fuel.pdf)
25. Howarth, R.W., Santoro, R., and Ingraffea, A. (2011). Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. *Climatic Change*, 106(4), 679. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0061-5>
26. United Nations Conference on Trade and Development (2018). Commodities at a glance. *Special Issue on Shale Gas 9*. New York and Geneva: UNCTAD. [https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/suc2017d10\\_en.pdf](https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/suc2017d10_en.pdf)
27. Chen, H. and Carter, K.E. (2016). Water usage for natural gas production through hydraulic fracturing in the United States from 2008 to 2014. *Journal of Environmental Management*, 170, 152-159. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.01.023>
28. U.S. EPA. (2016). Hydraulic Fracturing for Oil and Gas: Impacts from the Hydraulic Fracturing Water Cycle on Drinking Water Resources in the United States. United States Environmental Protection Agency/Office of Research and Development, Washington, DC. EPA/600/R-16/236Fa. <https://cfpub.epa.gov/ncea/hfstudy/recordisplay.cfm?deid=332990>
29. Drollette, B.D., Hoelzer, K., Warner, N.R., Darrah, T.H., Karatum, O., O'Connor, M.P., Nelson, R.K. et al. (2015). Elevated levels of diesel range organic compounds in groundwater near Marcellus gas operations are derived from surface activities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 112(43), 13184-13189. <https://doi.org/10.1073/pnas.1511474112>
30. Skoumal, R.J., Brudzinski, M.R. and Currie, B.S. (2015). Earthquakes Induced by Hydraulic Fracturing in Poland Township, Ohio. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 105(1), 189-197. <https://doi.org/10.1785/0120140168>
31. Elliot, T.R. and Celia, M.A. (2012). Potential restrictions for CO2 sequestration sites due to shale and tight gas production. *Environmental Science & Technology*, 46(7), 4223-4227. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es2040015>.
32. Moriarty, P. and Honnery, D. (2018). Energy policy and economics under climate change. *AIMS Energy*, 6(2): 272-290. <https://doi.org/10.3934/energy.2018.2.272>
33. Jackson, R.B., Vengosh, A., Darrah, T.H., Warner, N.R., Down, A., Poreda, R.J., Osborn, S.G., Zhao, K. and Karr, J.D. (2013). Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(28), 11250-11255. <https://doi.org/10.1073/pnas.1221635110>
34. Omara, M., Sullivan, M.R., Li, X., Subramanian, R., Robinson, A.L. and Presto, A.A. (2016). Methane Emissions from Conventional and Unconventional Natural Gas Production Sites in the Marcellus Shale Basin. *Environmental Science & Technology*, 50, 2099-2107. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05503>
35. Osborn, S.G., Vengosh, A., Warner, N.R. and Jackson, R.B. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(20), 8172-8176. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100682108>

## Список использованных графических материалов



36. Hartmann, I., Sugulle, A.J. and Awale, A.I. (2010). The Impact of Climate Change on Pastoralism in Salahley and Bali-gubadle Districts, Somaliland. Heinrich Böll Stift ung, East and Horn of Africa, Nairobi. [https://ke.boell.org/sites/default/files/the\\_impact\\_of\\_climate\\_change\\_on\\_pastoralism\\_in\\_salahley\\_and\\_bali-gubadle\\_districts\\_-\\_somaliland.pdf](https://ke.boell.org/sites/default/files/the_impact_of_climate_change_on_pastoralism_in_salahley_and_bali-gubadle_districts_-_somaliland.pdf)
37. Huang, J., Yu, H., Guan, X., Wang, G. and Guo, R. (2015). Accelerated dryland expansion under climate change. *Nature Climate Change*, 6, pages 166-171. <https://doi.org/10.1038/nclimate2837>
38. IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
39. WWAP (2018). The United Nations world water development report 2018: nature-based solutions for water. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261424>
40. Tellman, B., Bausch, J.C., Eakin, H., Anderies, J.M., Mazari-Hiriart, M., Manuel-Navarrete, D. and Redman, C.L. (2018). Adaptive pathways and coupled infrastructure: seven centuries of adaptation to water risk and the production of vulnerability in Mexico City. *Ecology and Society*, 23(1):1. <https://doi.org/10.5751/ES-09712-230101>

## ПЛОХАЯ АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА: КАК НЕ ПОПАСТЬ В ЗАПАДНЮ НА ПУТИ СОХРАНЕНИЯ СПОСОБНОСТИ К ЭВОЛЮЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ



41. Czajkowski, J., Engel, V., Martinez, C., Mirchi, A., Watkins, D., Hughes, J., Sukop, M. (2015). Economic impacts of urban flooding in south Florida: Potential consequences of managing groundwater to prevent salt water intrusion. Working paper no. 2015-10, Risk Management and Decision Processes Center, University of Pennsylvania. [http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP201510\\_GWLevelsFloodClaims\\_Czajkowski-etal.pdf](http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP201510_GWLevelsFloodClaims_Czajkowski-etal.pdf)
42. Finkbeiner, E.M., Micheli, F., Bennett, N.J., Ayers, A.L., Le Cornu, E. and Doerr, A.N. (2017). Exploring trade-offs in climate change response in the context of Pacific Island fisheries. *Marine Policy*, 88, 359-364. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2017.09.032>
43. Limthongsakul, S., Nitivattananon, V. and Arifwidodo, S.D. (2017). Localized flooding and autonomous adaptation in peri-urban Bangkok. *Environment and Urbanization*, 29(1), 51-68. <https://doi.org/10.1177/0956247816683854>
44. Marks, D. (2015). The Urban Political Ecology of the 2011 Floods in Bangkok: The Creation of Uneven Vulnerabilities. *Pacific Affairs*, 88(3), 623-651. <http://dx.doi.org/10.5509/2015883623>
45. Jolly, W.M., Cochrane, M.A., Freeborn, P.H., Holden, Z.A., Brown, T.J., Williamson, G.J. and Bowman, D.M. (2015). Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nature Communications*, 6:7537. <https://doi.org/10.1038/ncomms8537>
46. Little, J. B. (2018) Fighting Fire with Fire: California Turns to Prescribed Burning. Yale Environment 360. Yale School of Forestry & Environmental Studies. <https://e360.yale.edu/features/fighting-fire-with-fire-california-turns-to-prescribed-burning>
47. Zinyemba, C., Archer, E. and Rother, H-A. (2018). Climate variability, perceptions and political ecology: Factors influencing changes in pesticide use over 30 years by Zimbabwean smallholder cotton producers. *PLoS ONE*, 13(5): e0196901. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196901>
48. Pires, G.F., Abrahão, G.M., Brumatti, L.M., Oliveira, L.J.C., Costa, M.H., Liddicoat, S. and Ladle, R.J. (2016). Increased climate risk in Brazilian double cropping agriculture systems: Implications for land use in Northern Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 228: 286-298. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.07.005>
49. Bett, B., Kiunga, P., Gachohi, J., Sindato, C., Mbotha, D., Robinson, T., Lindahl, J. and Grace, D. (2017). Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 137, Part B, 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.11.019>
50. UNEP (2016). UNEP Frontiers 2016 Report: Emerging Issues of Environmental Concern. United Nations Environment Programme, Nairobi. [www.unenvironment.org/frontiers](http://www.unenvironment.org/frontiers)
51. UNEP (2017). Frontiers 2017: Emerging Issues of Environmental Concern. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://www.unenvironment.org/frontiers>
52. Hammer, T.J., Fierer, N., Hardwick, B., Simojoki, A., Slade, E., Taponen, J., Viljanen, H. and Roslin, T. (2016). Treating cattle with antibiotics affects greenhouse gas emissions, and microbiota in dung and dung beetles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283:20160150. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0150>
53. UN (2014). World Urbanisation Prospects: the 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). Department of Economic and Social Affairs. Population Division, New York: United Nations.
54. Ford, J.D., Labbé, J., Flynn, M., Araos, M. and IHACC Research Team (2017). Readiness for climate change adaptation in the Arctic: a case study from Nunavut, Canada. *Climatic Change*, 145(1-2), 85-119. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2071-4>
55. Lei, Y., Finlayson, C.M., Thwaites, R., Shi, G. and Cui, L. (2017). Using Government Resettlement Projects as a Sustainable Adaptation Strategy for Climate Change. *Sustainability*, 9, 1373. <https://doi.org/10.3390/su9081373>
56. O'Hare, P., White, I. and Connelly, A. (2016). Insurance as maladaptation: Resilience and the 'business as usual' paradox. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 34(6), 1175-1193. <https://doi.org/10.1177/0263774X15602022>
57. Bryant, C.R., Bousbaine, A.D., Akkari, C., Daouda, O., Delusca, K., Épule, T.E. and Drouin-Lavigne, C. (2016). The roles of governments and other actors in adaptation to climate change and variability: The examples of agriculture and coastal communities. *AIMS Environmental Science*, 3(3), 326-346. <https://doi.org/10.3934/environsci.2016.3.326>
58. ILO (2016). Labour Mobility and Regional Climate Adaptation. International Labour Organization Technical Note [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---migrant/documents/publication/wcms\\_534341.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---migrant/documents/publication/wcms_534341.pdf)