

ПЕРЕДОВЫЕ РУБЕЖИ 2017 ГОДА

Намечающиеся проблемы, имеющие экологическое измерение.



© Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, 2017 г.
ISBN: 978-92-807-3684-7
Номер задания: DEW/2149/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

Использованные обозначения и представление материалов в данной публикации не подразумевают выражение какого бы то ни было мнения со стороны Программы ООН по окружающей среде относительно правового статуса какой-либо страны, территории или города и их властей, а также относительно делимитации их рубежей или границ. С общими руководящими указаниями по вопросам, связанных 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.

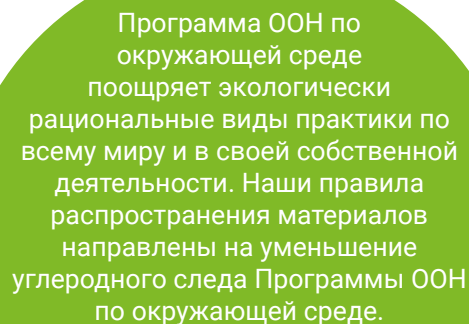
© Авторские права на географические карты, фотографии и иллюстрации указываются в подписях к ним.

Предлагаемое название для цитирования:

ЮНЕП (2017). Передовые рубежи 2017 года: намечающиеся проблемы, имеющие экологическое измерение. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Найроби.

Производство

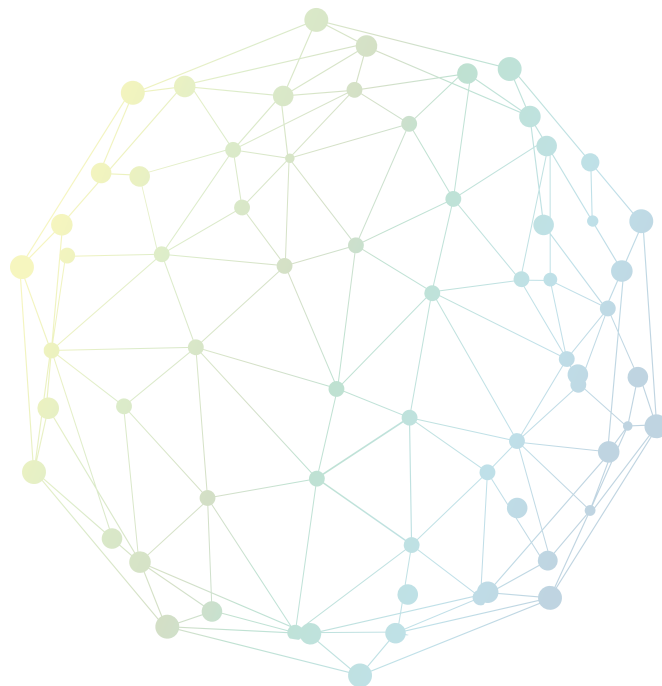
Отдел естественных наук
Программа ООН по окружающей среде
P.O. Box 30552
Nairobi, 00100, Kenya
Тел.: (+254) 20 7621234
Эл. почта: publications@unenvironment.org
Веб-сайт: www.unenvironment.org






Программа ООН по окружающей среде поощряет экологически рациональные виды практики по всему миру и в своей собственной деятельности. Наши правила распространения материалов направлены на уменьшение углеродного следа Программы ООН по окружающей среде.

ПЕРЕДОВЫЕ РУБЕЖИ 2017 ГОДА

Намечающиеся проблемы, имеющие экологическое измерение



Содержание

Вступительное слово	7
Введение	8
Выражение признательности	10
 Устойчивость к противомикробным веществам: исследование экологических аспектов	12
Что такое устойчивость к противомикробным веществам?	12
Антибиотики, сопутствующие факторы отбора и резистентные бактерии в окружающей среде	14
Уменьшение сбросов противомикробных веществ в окружающую среду	17
Дальнейшие научные исследования и мероприятия для создания информационной основы политических решений	19
Список использованной литературы	20
 Наноматериалы: применение принципа предосторожности	24
Наноизмерения — новые открытия в отношении давно известных материалов	24
Конкретные формы, применения и факторы воздействия	26
Подверженность воздействию специально разработанных наноматериалов на состояние окружающей среды и здоровье человека	29
Надлежащие нормативные правила охраны здоровья и экологической безопасности	30
Список использованной литературы	32
 Морские природоохранные зоны: обеспечение эффективного использования во имя устойчивого развития	36
Ухудшающееся здоровье океанов: растущий спрос на приносимые ими блага	36
Расширение морских природоохранных зон	38
Улучшение общего руководства повышает эффективность морских природоохранных зон	39
Будущее: использование природоохранных зон в целях устойчивого развития	42
Список использованной литературы	44



Песчаные и пыльные бури: преодоление последствий глобального явления	46
Вторжение песка и пыли	46
Движущие силы, порождаемые природой, бесхозяйственным землепользованием и изменением климата	48
Сокращение ущерба посредством сосредоточения внимания в меньших масштабах	50
Многосторонняя поддержка в деле сокращения ущерба, причиняемого песчаными и пыльными бурями	52
Список использованной литературы	54



Гелиоэнергетические системы: удовлетворение спроса на энергию в неэлектрифицированных населенных пунктах	58
Городское население, не подключенное к электросетям	58
Эволюция фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	60
Новаторские методы продвижения автономных гелиоэнергетических систем на рынке	62
Продолжение движения вперед по пути использования возобновляемых источников энергии	64
Список использованной литературы	66



Перемещение населения по экологическим причинам: мобильность человека в эпоху антропоцена	70
Что такое перемещение населения по экологическим причинам?	70
Осмысление проблемы перемещения населения по экологическим причинам	72
Институциональные решения	74
Принятие мер в связи с перемещением населения по экологическим причинам	76
Список использованной литературы	77



Вступительное слово



Наша планета и живущие на ней люди сталкиваются с растущим числом проблем, требующих своего решения. Эти проблемы столь же разнообразны как наши культуры и условия нашей жизни, но со всеми ними можно справиться, если объединить достижения науки, политическую решимость и действия. Доклад «Передовые рубежи 2017 года» выдвигает на первый план намечающиеся проблемы, которые предстоит решать принимающим решения людям из органов власти, деловых кругов и гражданского общества, и вооружает их знаниями и возможными вариантами незамедлительных действий.

Глобальная сеть, объединяющая ученых, специалистов и различные институты общества, позволила выявить факторы, которые, как отмечается в настоящем докладе, способны оказать громадное воздействие на жизнь общества, экономику и окружающую среду. Некоторые из них зародились уже давно, но им не уделялось достаточное внимание. В их числе бесхозяйственное землепользование и опустынивание, порождающие песчаные и пыльные бури и вынуждающие людей покидать свои дома. Другие носят незатухающий характер, но в деле их преодоления появляются новые решения и инструменты, такие как природоохранные зоны, приносящие пользу с точки зрения сохранения морских и прибрежных ресурсов, или надежные, доступные по цене решения в области энергоснабжения. А ряд проблем намечается вследствие новых научных открытий, которые наверняка потребуют неотложного вмешательства, подобно стремительному внедрению наноматериалов и нарастающей устойчивости к противомикробным веществам.

К примеру, на водоочистой станции в городе Патанчеру близ Хайдерабада в Индии очистке подвергаются сточные воды, ежедневно образующиеся на 90 фармацевтических предприятиях. Затем эти воды сбрасываются в водный бассейн Исакавагу, питающий многие реки. Однако, когда группа исследователей под руководством профессора Йоакима Ларссона провела анализ сбрасываемых вод, один из антибиотиков широкого спектра действия, а именно ципрофлоксацин, содержался в них в концентрации, достаточной для ежедневного лечения 44 000 человек. И этот случай отнюдь не единичен. Во всем мире сброс муниципальных, сельскохозяйственных и промышленных отходов в окружающую среду распространен повсеместно, а это означает, что антибиотики в существенных концентрациях можно обнаружить во многих реках, осадочных породах и почвах. Этот фактор является движущей силой эволюции резистентных бактерий: лекарственное средство, когда-то защищавшее наше здоровье, теперь создает опасность его почти незаметного разрушения.

Сейчас наступило время для того, чтобы национальные и местные органы власти, деловые круги и гражданское общество начали принимать меры к устранению этих назревающих угроз здоровью нашей планеты и живущих на ней людей. Я надеюсь, что этот доклад побудит к разработке скоординированных политических установок, стратегий и мероприятий, которые обратят эти риски в новые возможности по мере того, как мы будем вести работу по прекращению загрязнения нашей планеты и продвижению к будущему, полному процветания.

Эрик Солхейм
Глава Программы ООН по окружающей среде

Введение

В докладе «Передовые рубежи 2017 года» представлены шесть намечающихся проблем, имеющих экологическое измерение и влекущих за собой последствия всемирного значения. Проблема устойчивости к противомикробным веществам появилась в международной повестке дня как вопрос, ставящий под угрозу систему общественного здравоохранения и перспективы устойчивого развития. В ходе сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций в сентябре 2016 года главы государств признали серьезность сложившейся ситуации, требующей безотлагательных действий, поскольку число инфекционных болезней, возбудители которых обретают устойчивость к существующим лекарственным средствам, увеличивается все более быстрыми темпами. Главы государств заявили о своей решимости принять меры к устранению коренных причин устойчивости к противомикробным веществам во всех секторах, особенно в области охраны здоровья человека и животных, а также в сельском хозяйстве. Менее известным, но значительным фактором является роль средообразующих компонентов в усилении резистентности. Твердые бытовые и сельскохозяйственные отходы и сточные воды зачастую оканчивают свой путь в природной среде. Таким образом, природная среда становится резервуаром остаточных количеств противомикробных веществ, резистентных болезнетворных микроорганизмов и других молекул с противомикробными свойствами, повышающими распространение генов резистентности в сообществах микроорганизмов. Представляя настоящий доклад, Программа ООН по окружающей среде преследует цель высветить экологическое измерение данного вопроса и подчеркнуть необходимость рассмотрения подверженности воздействию противомикробных веществ в окружающей среде при разработке мер, призванных сдержать формирование резистентности.

Наноматериалы стремительно ворвались во многие аспекты нашей повседневной жизни. Некоторые из них, например, наночастицы серебра, могут действовать как противомикробные средства. Наноматериалы всегда присутствовали в том, что мы регулярно потребляем, начиная с продуктов питания, косметики, дезинфицирующих средств, кухонной утвари, товаров для младенцев, одежды, тканей, мебели, электронных устройств и бытовых приборов. Хотя нанотехнологии набирали силу в течение нескольких десятилетий, продолжающиеся научные исследования теперь позволяют нам производить традиционные материалы в виде миниатюрных частиц. Уникальные свойства, присущие специально разработанным наноразмерным материалам, открывают поразительные возможности их применения в прикладных целях. Вместе с тем, возникли вопросы — на которые есть лишь частичный ответ — относительно той опасности для здоровья, которую создают эти ранее не существовавшие материалы. То, что мы знаем о других опасных веществах со схожими размерами, формой и химическим составом частиц, может послужить определенным уроком в отношении того, как следует регулировать подверженность их воздействию, обеспечивать техническую безопасность и одновременно пользоваться многими преимуществами, присущими наноматериалам.

На Конференции Организации Объединенных Наций по океану в июне 2017 года государства-члены вновь подтвердили свое обязательство сохранять и рационально использовать океаны, моря и морские ресурсы в интересах устойчивого развития. Среди возобновленных обязательств было и содействие применению эффективных и надлежащих инструментов порайонного управления, например, морских природоохранных зон. Морские природоохранные зоны являются одним из наилучших вариантов поддержания здорового состояния океанов. За последнее десятилетие страны во всем мире постепенно предпринимали действия по учреждению новых или расширению существующих морских природоохранных зон с целью сбережения природных ресурсов и экологических функций. На сегодняшний день около 14,4 процента прибрежных и морских районов мира, находящихся под национальной юрисдикцией, объявлены поставленными под охрану. Это свидетельствует о приверженности мирового сообщества делу сохранения этих драгоценных экосистем. Вместе с тем, чтобы морские природоохранные зоны стали по-настоящему эффективными, управление ими нуждается в надлежащем общем руководстве с участием соответствующих пользователей и заинтересованных сторон, оказывающем влияние на их поведение и, в конечном итоге, снижающем различные виды воздействия, проистекающие из практики добычи природных ресурсов. Эффективное распределение затрат и выгод, связанных с морскими природоохранными зонами, является важнейшим шагом на пути обеспечения по-настоящему устойчивого развития.

Песчаные и пыльные бури представляют собой еще одну экологическую проблему с глобальными последствиями, поскольку они служат причиной хронических недомоганий, наносят ущерб сельскому хозяйству и инфраструктуре, усиливают эрозию почвы и влекут за собой экономические потери, достигающие миллионов долларов каждый год. Песчаные и пыльные бури порождают целый ряд проблем в области экологии и развития, распространяющихся через национальные границы, региональные и континентальные пределы. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о возросшей регулярности пыльных бурь в некоторых частях мира. Более того, существует тесная взаимосвязь между нерациональным использованием земельных и водных ресурсов и увеличением объемов выбросов пыли в атмосферу. Комплексные стратегии, поощряющие экологически рациональные методы управления землепользованием и эксплуатацией водных ресурсов, восстановление экосистем и адаптацию к изменению климата, могут способствовать уменьшению и смягчению опасностей, проистекающих из песчаных и пыльных бурь, в долгосрочной перспективе.

В 2015 году возобновляемые источники энергии опередили уголь в категориях установленной мощности при производстве энергии. В значительной степени этот рост относят на счет использования солнечной энергии. Согласно оценкам, ежедневно устанавливается порядка полумиллиона солнечных батарей. В тех частях Африки и Азии, где доступ к надежным электросетям по-прежнему проблематичен, автономные гелиоэнергетические пикосистемы на фотоэлектрических преобразователях стремительно завоевывают популярность среди не подключенных к электросетям общин как в сельских, так и в городских районах, особенно в неформальных поселениях. Движущей силой их популярности являются радикальное падение цен на оборудование и обслуживание, а также применение новаторских схем микрокредитования и возможности пользоваться банковскими услугами с помощью мобильного телефона. Хотя внедрение малоразмерных гелиоэнергетических систем, возможно, не станет решением проблемы электрификации и диспропорций в энергопотреблении в долгосрочной перспективе, оно представляет собой один из многих альтернативных путей развития, которые помогают нам избежать выбросов углерода в атмосферу в будущем.

В 2016 году около 31,1 миллиона человек стали перемещенными лицами в пределах своих собственных стран по причине конфликтов, насилия и стихийных бедствий, причем на последнюю из перечисленного приходится 24,2 миллиона таких людей. Стремительное наступление стихийных бедствий, например, бурь и наводнений, и медленные темпы проявления изменений в окружающей среде и ее деградации, включая опустынивание и повышение уровня моря, могут привести к тому, что отдельные районы станут непригодными для проживания, а население переместится на другие территории временно или навсегда. Повысившаяся осведомленность о рисках, связанных с изменением окружающей среды и климата, вновь подтверждает необходимость надлежащего планирования мер по адаптации в местах проживания и разработки политики предупреждения или регулирования массовых перемещений людей.



Выражение признательности

Устойчивость к противомикробным веществам: исследование экологических аспектов

Ведущие авторы

Уильям Гейз, Медицинская школа при Университете Эксетера, Колледж Труро, Великобритания

Майкл Депледж, Медицинская школа при Университете Эксетера, Колледж Труро, Великобритания

Соавторы и рецензенты

Эрнесто Либана Криадо, Европейское управление по безопасности пищевых продуктов, Парма, Италия

Клаус Кюммерер, Институт устойчивого и экологически безопасного развития химии, Люнебург, Германия

Анжело Маджиоре, Европейское управление по безопасности пищевых продуктов, Парма, Италия

Оладеле Огунсейтан, Управление по международным проблемам здравоохранения и биозащиты, Государственный департамент Соединенных Штатов Америки, Вашингтон, округ Колумбия, Соединенные Штаты Америки

Джессика Петрилло, Управление по международным проблемам здравоохранения и биозащиты, Государственный департамент Соединенных Штатов Америки, Вашингтон, округ Колумбия, Соединенные Штаты Америки

Томас Ван Бёкель, Высшая техническая школа Цюриха, Цюрих, Швейцария

Эвелин Весангула, Министерство здравоохранения Кении, Найроби, Кения

Тонг Чжан, Гонконгский университет, Гонконг, Китай

Наноматериалы: применение принципа предосторожности

Ведущий автор

Жаклин МакГлейд, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Соавторы и рецензенты

Маартен Каппелле, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Дэвид Куист, независимый рецензент, Копенгаген, Дания

Пинья Сарасас, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Морские природоохранные зоны: обеспечение эффективного использования во имя устойчивого развития

Ведущие авторы

Питер Джонс, Университетский колледж Лондона, Лондон, Великобритания

Рут Мюррей, Университетский колледж Лондона, Лондон, Великобритания

Оле Вестергаард, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Соавторы и рецензенты

Стив Флетчер, Программа ООН по окружающей среде — Всемирный центр мониторинга охраны природы, Кембридж, Великобритания

Ричард Кенчингтон, Университет Вуллонгонг, Вуллонгонг, Австралия

Брайан МакШерри, Программа ООН по окружающей среде — Всемирный центр мониторинга охраны природы, Кембридж, Великобритания

Мэри Элизабет Миллер, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Рим, Италия.

Песчаные и пыльные бури: преодоление последствий глобального явления

Ведущие авторы

Джемма Шепард, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Соавторы и рецензенты

Александр Бакланов, Всемирная метеорологическая организация, Женева, Швейцария

Валентин Фолтеску, Коалиция в защиту климата и чистого воздуха, Программа ООН по окружающей среде, Париж, Франция

Утчанг Канг, Секретариат Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием, Бонн, Германия

Гелиоэнергетические системы: удовлетворение спроса на энергию в неэлектрифицированных населенных пунктах

Ведущие авторы

Ксавье Лемэр, Университетский колледж Лондона – Энергетический институт, Лондон, Великобритания

Дэниел Керр, Университетский колледж Лондона – Энергетический институт, Лондон, Великобритания

Соавторы и рецензенты

Шон Хан, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Винсент Китио, ООН-Хабитат, Найроби, Кения

Ячика Редди, НКО «Центр по экологизации энергетики в Африке», Кейптаун, Южная Африка

Алексия Селлер, НПО «Опыление энергии», Лакхнау, Индия

Луиза Тейт, Центр энергетических исследований, Кейптаунский университет, Южная Африка

Перемещение населения по экологическим причинам: мобильность человека в эпоху антропоцена

Ведущий автор

Оли Браун, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Соавторы и рецензенты

Саша Александр, Секретариат Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием, Бонн, Германия

Пабло Мансано Баэна, Комиссия по управлению экосистемами, МСОП, Гланд, Швейцария

Джонатан Дэвис, Международный союз охраны природы (МСОП), Гланд, Швейцария

Паоло Гроппо, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Рим, Италия.

Дина Ионеско, Международная организация по миграции, Женева, Швейцария

Элис Кимани, Международная организация по миграции, Женева, Швейцария

Дайан Клайми, Программа ООН по окружающей среде, Манама, Бахрейн

Мунир Лухайчи, Международный научно-исследовательский центр по вопросам ведения сельского хозяйства в засушливых районах, Бейрут, Ливан

Хассан Партоу, Программа ООН по окружающей среде, Женева, Швейцария

Особой благодарности заслуживают:

Эйли Клейн и Сурадж Пант, Центр по динамике заболеваний, экономике и политике, Вашингтон, округ Колумбия, Соединенные Штаты Америки; Эмбер Андерсон, Анджелина Джампу, Роберт Фью, Валентин Фолтеску, Маартен Каппелле, Цзянь Лиу, Жаклин Мартинес де Россо, Нада Матта, Жаклин МакГлейд, Паскиль Мучесиа, Сьюзен Мутеби-Ричардс, Тьёри Мванги, Уна Талли, Эдоардо Дзандри и Шерин Зорба, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения.

Главный редактор

Пинья Сарасас, Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Выпускающий редактор (главы 1–5)

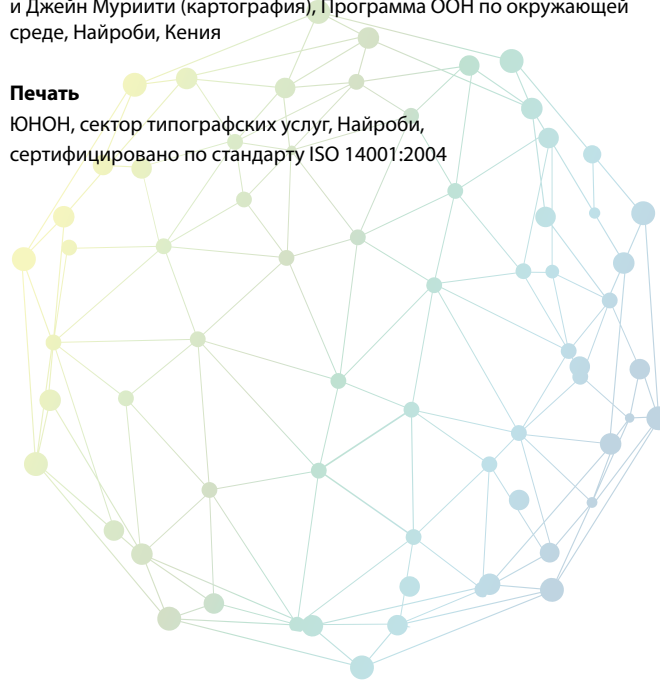
Кэтрин МакМаллен, Ирландия

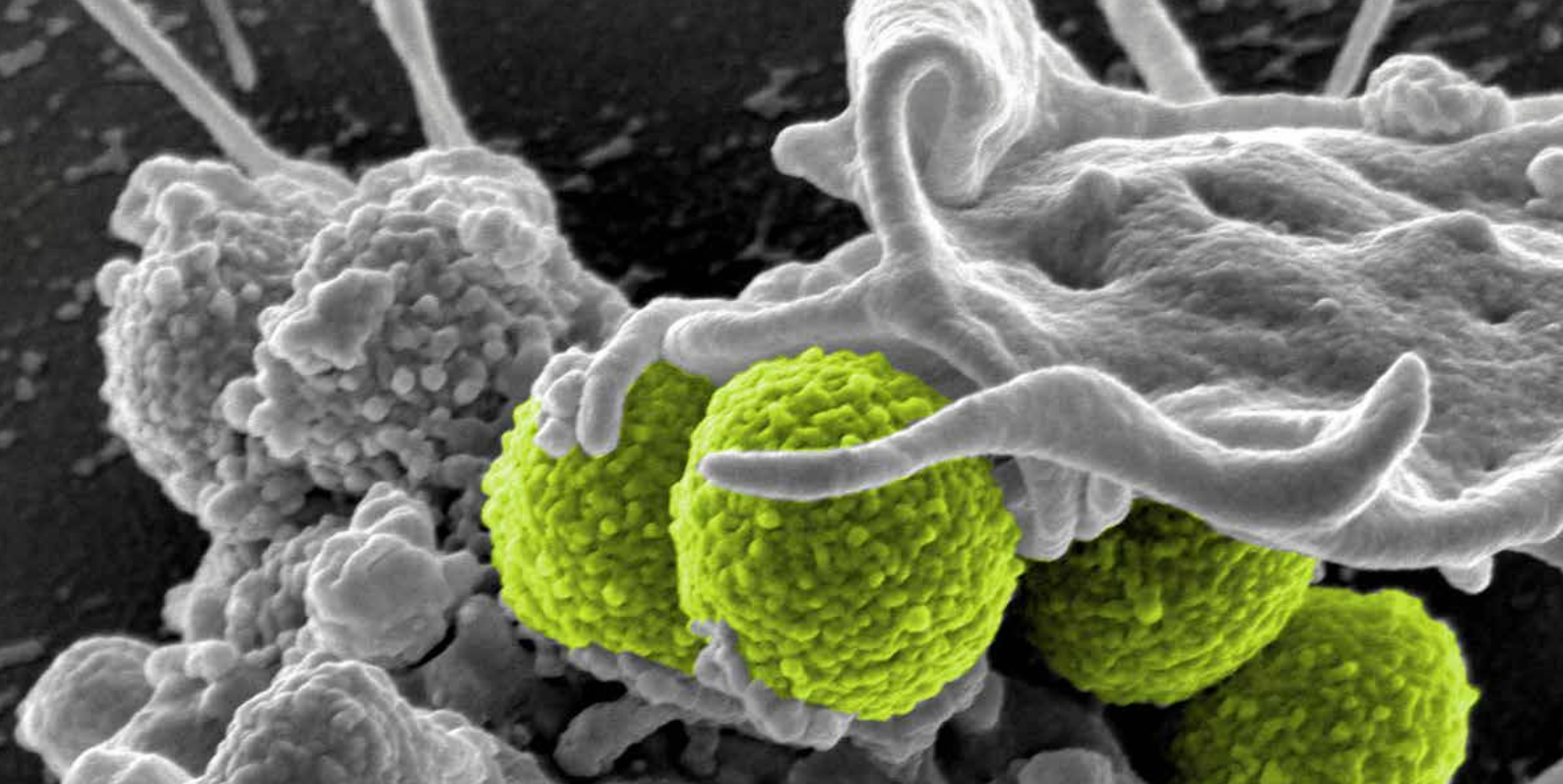
Художественно-графическое оформление и верстка

Одри Ринглер (художественно-графическое оформление и верстка) и Джейн Муриити (картография), Программа ООН по окружающей среде, Найроби, Кения

Печать

ЮНОН, сектор типографских услуг, Найроби, сертифицировано по стандарту ISO 14001:2004





Четыре метициллин-резистентные бактерии *Staphylococcus aureus* в процессе их обволакивания лейкоцитом человека
Фотография предоставлена: Национальный институт аллергии и инфекционных болезней, США

Устойчивость к противомикробным веществам: исследование экологических аспектов

Что такое устойчивость к противомикробным веществам?

Согласно Всемирной организации здравоохранения, мы, вероятно, оказались на пороге пост-антибиотической эры, когда простые и ранее излечимые бактериальные инфекции могут лишать жизни, а повседневные медицинские процедуры, например, замена суставов и химиотерапия, основанные на профилактическом применении антибиотиков, станут невозможными.¹ Согласно оценкам, приведенным в докладе комиссии под председательством О'Нила от 2014 года, который был подготовлен по заказу правительства Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии, к 2050 году лекарственно устойчивые инфекции могут стать основной причиной смертности в мировом масштабе.²

Во всем мире антибиотические фармацевтические препараты используются для лечения и профилактики бактериальных инфекций, поражающих человека, животных и даже растения. Наряду с этим, они находят широкое применение как стимуляторы роста для

увеличения объемов производства мяса, хотя в Европейском союзе такая практика была запрещена в 2006 году.^{3,4} Хотя с недавнего времени между ненадлежащим использованием антибиотиков в практической медицине и сельском хозяйстве и повышением устойчивости к ним проводится определенная связь, роли окружающей природной среды в возникновении и распространении этой устойчивости уделялось сравнительно мало внимания.

Устойчивость к противомикробным веществам может быть естественной или приобретенной. Приобретенная устойчивость может проявиться вследствие мутации бактериальной ДНК или обретения генов устойчивости посредством горизонтального переноса генов при передаче ДНК от одной бактерии к другой. Приобретенная устойчивость, приводящая к невозможности вылечить инфекцию в клинических условиях и ветеринарии, в настоящее время становится предметом обеспокоенности.

Многие антибиотики, например, пенициллин, первоначально обнаруженный в хлебной плесени, являются природными, тогда как многие другие антибиотики получены путем синтеза или химической



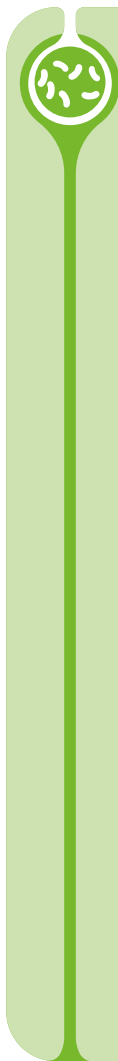
модификации природных антибиотиков с целью повышения их активности и стабильности.⁵ Антибиотики являются одним из подклассов противомикробных веществ — веществ, убивающих микроорганизмы или подавляющих их рост. Эти термины широко используются как взаимозаменяемые.

Микроорганизмы всегда конкурируют между собой, производя молекулы антибиотиков, препятствующие бурному размножению других бактерий. Для обеспечения своего выживания бактерии с успехом создали механизмы сопротивления массивному воздействию антибиотиков. Результаты проведенных исследований указывают на то, что устойчивость к антибиотикам, в том числе к некоторым из них, которые используются в современной медицине, существует миллионы лет, а это дает основания предположить, что устойчивость к антибиотикам представляет собой древний природный феномен, прочно встроенный в общий геном микроорганизмов.⁶

В отсутствие вмешательства человека отбор по устойчивости уже случается в природных условиях среди популяций микроорганизмов, живущих в почве, воде и других ареалах обитания. Вместе с тем, в настоящее время ежегодное использование антибиотиков в объемах сотен тысяч тонн и последующее высвобождение их остаточных количеств в окружающую среду порождают скачкообразное изменение масштабов воздействия факторов отбора, что ведет к увеличению числа бактерий, устойчивых к антибиотикам.⁷ После употребления большинство антибиотических лекарственных средств выводятся из организма в неметаболизированной форме наряду с резистентными бактериями. Затем они могут попадать через системы канализации или более непосредственным образом в воду и почву и смешиваться с бактериями окружающей среды в присутствии других загрязнителей, что может еще более увеличить нагрузку, способствующую прямому или опосредованному отбору по устойчивости к антибиотикам. То, в какой мере окружающая среда усугубляет эту проблему, в настоящее время активно исследуется, но ответы на этот вопрос будут отчасти зависеть от уровня загрязнения окружающей среды и от продолжительности сохранения остаточных количеств противомикробных веществ в активной форме.

Бактерии, живущие в воде и почве, естественным образом заключают в себе громадное разнообразие генов резистентности. В ходе научных исследований было обнаружено, что ранее восприимчивые болезнетворные микроорганизмы способны приобрести гены резистентности у бактерий окружающей среды.⁸⁻¹¹ Генетическая основа устойчивости бактерий к антибиотикам, а также то, каким образом эта резистентность может проникать из окружающей среды в лечебные учреждения, в настоящее время находятся в центре самого пристального внимания.¹¹⁻¹³

Подверженность человека воздействию бактерий окружающей среды и генов устойчивости к антибиотикам может происходить в результате потребления питьевой воды и продуктов питания либо прямого соприкосновения с окружающей средой. Еще один вопрос заключается в том, в какой степени передача резистентных бактерий



Что такое противомикробное вещество?
Любое вещество природного, полусинтетического или синтетического происхождения, которое убивает микроорганизмы — бактерии, вирусы, простейшие и грибки — или подавляет их рост. Противомикробные вещества используются в форме фармацевтических препаратов, таких как антибиотики, противовирусные и противогрибковые препараты, или химических веществ, таких как антисептические, дезинфицирующие и стерилизующие средства.

Что такое антибиотик?
Противомикробное вещество, естественным образом вырабатываемое бактериями или грибами, которое может убивать другие микроорганизмы или подавлять их рост. Люди применяют множество видов антибиотиков в качестве лекарственных средств в целях профилактики и лечения инфекционных болезней, вызываемых болезнетворными бактериями, грибами и определенными паразитами. Большинство антибиотиков используются, главным образом, против бактерий.

Поскольку антибиотики являются одним из видов противомикробных веществ, эти два термина зачастую используются как взаимозаменяемые.

Что такое устойчивость к противомикробным веществам?
Устойчивость к противомикробным веществам проявляется в тех случаях, когда в ходе эволюции микроорганизм обретает способность противостоять действию противомикробного средства и размножаться в его присутствии. В мировом масштабе около 700 000 человек ежегодно умирают от лекарственно-устойчивых инфекций по той причине, что имеющиеся в наличии противомикробные лекарственные средства стали менее эффективными с точки зрения уничтожения резистентных болезнетворных микроорганизмов.

Что такое отбор по устойчивости?
Естественный отбор — это механизм, являющийся движущей силой адаптации организмов, повышающей их способность выживать в своей среде обитания в целях процветания и размножения. В контексте устойчивости к противомикробным веществам, эти вещества создают нагрузку, содействующую отбору среди микроорганизмов, которая является движущей силой эволюции сопротивляемости. Те из них, которые оказываются способными противостоять действию противомикробных веществ, выживают и воспроизводятся, тогда как восприимчивые микроорганизмы погибают или их рост подавляется. Чрезмерное или неправильное использование антибиотиков усиливает отбор по устойчивости к антибиотикам среди бактерий.

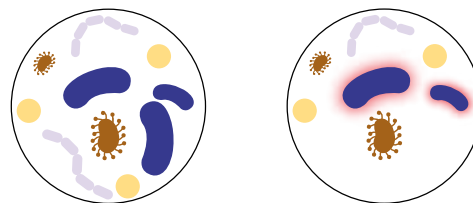
происходит через пищевую цепь или посредством непосредственного контакта с окружающей средой. Например, научные исследования показали, что даже при высоких уровнях капиталовложений в очистку сточных вод в прибрежных водах Великобритании, используемых для активного отдыха, ежегодно происходит порядка 6 миллионов случаев подверженности воздействию одной из разновидностей кишечной палочки *E. coli*, устойчивой к антибиотикам.¹⁴ Известны также надлежащим образом задокументированные случаи эволюции устойчивых к антибиотикам бактерий в мясомолочных животных и их последующей передачи человеку.¹⁵

Антибиотики, сопутствующие факторы отбора и резистентные бактерии в окружающей среде

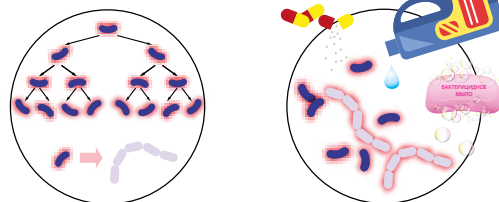
Сброс антибиотиков и других противомикробных соединений, таких как дезинфицирующие средства и тяжелые металлы, в природную среду потенциально способен стать движущей силой эволюции резистентных бактерий. Эти соединения присутствуют в воде и почве в широком диапазоне концентраций, которые зависят от источника и динамики изменений и определяются темпами их разложения и поглощения твердыми веществами.^{16,17} Муниципальные сточные воды содержат обширный спектр загрязнителей — фармацевтические препараты и средства личной гигиены из домохозяйств, отходы лечебных учреждений с высокой концентрацией антибиотиков и дезинфицирующих средств, а также соединения, образующиеся в промышленном производстве, включая тяжелые металлы. Некоторые фармацевтические производственные предприятия сбрасывают огромные объемы антибиотиков напрямую в окружающую среду, что приводит к их концентрации вплоть до уровней, которые используются для лечения инфекционных болезней человека, или сверх таких уровней.^{18,19} Повышенный уровень резистентности, обнаруживаемый в непосредственной близости от мест сброса, является убедительным свидетельством того, что отбор по устойчивости к антибиотикам происходит в условиях загрязненной окружающей среды.²⁰ Вместе с тем, концентрации антибиотиков в большинстве частично очищенных сточных вод, поверхностных водоемов и почвенной среде могли быть в 1 000 раз ниже уровней их использования в лечебных учреждениях или их содержания в неочищенных промышленных стоках.¹⁶ Именно загрязнение в низких концентрациях имеет особое значение — концентрация слишком мала, чтобы стать летальной для бактерий, подвергшихся воздействию, но достаточна для отбора по устойчивости.²¹ Вопрос заключается в том, при каком пороговом значении антибиотики не оказывают никакого влияния на процессы отбора в сообществах микроорганизмов. При низкой концентрации антибиотиков обретение резистентности может в большей степени предопределяться передачей гена от другой бактерии, то есть горизонтальным переносом генов. По этой причине маловероятно, что изучение единственного вида бактерий на агаровых пластинках позволит получить значимое глубинное понимание процесса формирования резистентности в смешанных микробных сообществах, присутствующих в природной среде.

Концентрации в речных водах зависят от характеристик станций очистки сточных вод, а также от использования антибиотиков в группах населения, которые эти станции обслуживают. Очистные установки, как правило, сконструированы таким образом, чтобы извлекать обычные загрязнители, такие как биогенные и органические вещества, твердые взвешенные частицы и, в определенной степени, болезнетворные микроорганизмы, но не антибиотики.²² Сельскохозяйственные отходы, такие как навоз животных, могут также содержать антибиотики в концентрациях того же порядка величины, которые используются для лечения инфекционных болезней. Однако, после их поглощения частицами почвы, некоторые антибиотики нейтрализуются, тогда как другие сохраняют свою активность и создают нагрузку на почвенные

Естественный отбор и устойчивость к антибиотикам



В мире микроорганизмов его обитатели всегда конкурируют друг с другом, производя молекулы антибиотиков, чтобы воспрепятствовать бурному размножению других бактерий. Восприимчивые микроорганизмы погибают. Однако, известно, что бактерии и грибы создали механизмы защиты, чтобы противостоять агрессивному воздействию антибиотиков и выжить или, иными словами, стали устойчивыми к антибиотикам.



Гены резистентности могут передаваться следующему поколению и даже между неродственными бактериями через горизонтальный перенос генов. Чрезмерное или неправильное использование антибиотических лекарств, а также возросшая подверженность воздействию противомикробных веществ в окружающей среде усиливают отбор по устойчивости к антибиотикам среди бактерий.



Видеоматериал: Антибиотики и окружающая среда: тихий кризис



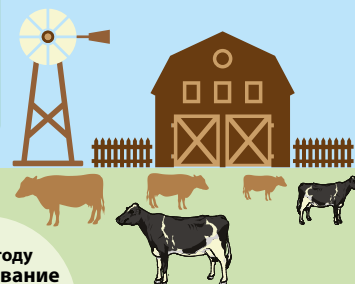
Доступен по адресу: www.youtube.com/watch?v=WS1rKEXsPs

© McMaster University

Устойчивость к противомикробным веществам и окружающая среда

Ключевым фактором формирования устойчивости к антибиотикам является окружающая среда. Бактерии, живущие в почве, реках и морской воде, могут обрести резистентность, вступив в соприкосновение с резистентными бактериями, антибиотиками и дезинфицирующими средствами, высвобождаемыми в ходе человеческой деятельности. Люди и домашний скот могут затем подвергнуться воздействию более резистентных бактерий через пищу, воду и воздух.

В 2000-е годы **использование антибиотиков человеком** выросло на **36%**



Вплоть до **75% антибиотиков**, используемых в рыбоводческих хозяйствах, могут попасть в близлежащую окружающую среду

70% антибиотиков используются в **животноводстве**

Использование навоза в качестве удобрения приводит к загрязнению антибиотиками поверхностных стоков, грунтовых вод и дренажных сетей

К 2030 году **использование противомикробных веществ** в животноводстве вырастет на **67%**

Антибиотики все более широко используются в животноводстве в качестве стимуляторов роста животных при интенсивном ведении сельского хозяйства, особенно в развивающихся странах

Антибиотики могут всасываться растениями и сельскохозяйственными культурами



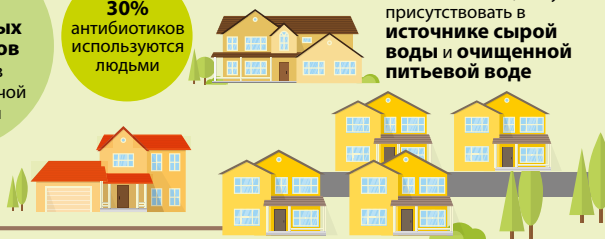
Крупномасштабные потоки отходов, включая сточные воды, навоз и сельскохозяйственные поверхностные стоки, содержат остаточные количества антибиотиков и бактерий, устойчивых к антибиотикам

Станции очистки сточных вод **не в состоянии удалить** все антибиотики и резистентные бактерии

Вплоть до **80% потребленных антибиотиков** выводятся из организма с мочой и фекалиями

30% антибиотиков используются людьми

Бактерии, устойчивые к антибиотикам, могут присутствовать в **источнике сырой воды и очищенной питьевой воде**



Концентрация противомикробных веществ в большинстве частично очищенных сточных вод **слишком мала, чтобы стать летальной** для бактерий, подвергшихся воздействию, но может оказаться достаточной, чтобы стимулировать отбор по устойчивости к противомикробным веществам

Обширный спектр **загрязнителей, содержащихся в муниципальных и промышленных сточных водах**, повышает вероятность того, что бактерии обретут резистентность

Более 50% твердых муниципальных отходов оканчивают свой путь на полигонах и открытых свалках. В их состав могут входить неиспользованные или просроченные лекарства.

Мультирезистентные лекарственно устойчивые бактерии широко распространены в морских водах и осадочных породах в непосредственной близости от рыбоводческих хозяйств и мест сброса промышленных и муниципальных сточных вод



Видеоматериал: Бактериальная резистентность и ее воздействие на здоровье



<https://www.youtube.com/watch?v=eDhhv31vuV8>
Фотография предоставлена: Джеймс Гэтани

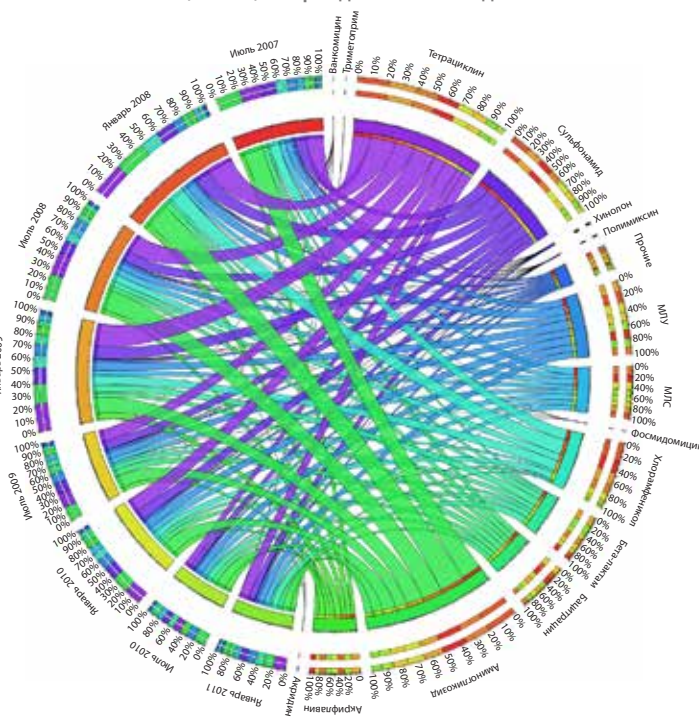
© University of Exeter

бактерии, содействующую отбору.²³ Получение достоверных данных по подверженности сообществ микроорганизмов воздействию остаточных количеств противомикробных веществ в хронологической и пространственной динамике имеет крайне важное значение для более глубокого понимания степени отбора, происходящего в различных условиях природной среды.^{24,25} Эта задача еще более осложняется в связи с наличием смесей остаточных количеств антибиотиков и других загрязнителей, которые в своем сочетании могут создавать повышенные нагрузки, содействующие отбору, по сравнению с отдельно взятыми веществами.²⁶ Свидетельства наличия факторов опосредованного или сопутствующего отбора по устойчивости к антибиотикам накапливаются в отношении тяжелых металлов, таких как серебро, кадмий, медь, ртуть и цинк, и соединений, обладающих противомикробными свойствами, в частности, дезинфицирующих средств и биоцидов.²⁶⁻³⁰ Тяжелые металлы распространены повсеместно в сельскохозяйственной, промышленной и городской окружающей среде. Соответственно, существует вероятность того, что устойчивость к противомикробным веществам у подвергшихся воздействию бактерий может возрасти даже в случае, когда нагрузка со стороны прямых факторов отбора в виде антибиотиков отсутствует.

Поскольку антибиотики и устойчивые к антибиотикам бактерии происходят из одного и того же источника, их часто обнаруживают вместе. Крупномасштабные потоки отходов, включая сточные воды, навоз животных и сельскохозяйственные поверхностные стоки также содержат бактерии, устойчивые к антибиотикам. Сброс неочищенных сточных вод из систем канализации, вероятно, является одной из важных движущих сил повышения устойчивости к антибиотикам в окружающей среде, однако, решить эту проблему чрезвычайно сложно. Даже в странах со значительными капиталовложениями в очистку сточных вод, реализующих стратегии управления процессами сокращения загрязнения водной среды при ведении сельского хозяйства, по-прежнему обнаруживается крупный разброс в количествах устойчивых к антибиотикам бактерий

в пределах речных водосборных бассейнов. В отношении способности сократить количество устойчивых к антибиотикам бактерий в частично очищенных сбросах с помощью очистки сточных вод были получены противоречивые результаты, поскольку в некоторых исследованиях была показана эффективность их удаления, а в других работах приводились свидетельства увеличения количеств резистентных бактерий в частично очищенных стоках по сравнению со сточными водами, поступающими на очистку.²² В последнем случае полученные результаты дают основания предположить, что станции очистки сточных вод могут являться очагами горизонтального переноса генов вследствие высокой плотности бактерий и богатого содержания биогенных веществ.^{31,32} Таким образом, сточные воды и канализационные шламы представляют собой важные инструменты надзора, которые позволяют проводить оценку обилия устойчивых к антибиотикам бактерий, а также генов резистентности среди людей, проживающих в пределах конкретной территории.^{33,34}

Изобилие генов устойчивости к противомикробным веществам в активированном шламе на станции очистки сточных вод округа Ша-Тин в Гонконге, Китай, в период 2007–2011 годов



С любезного разрешения проф. Тонг Чжана, Гонконгский университет

См. также Yang et al. (2013)³³

Перекрещивающиеся линии иллюстрируют изобилие генов резистентности в восьми пробах шлама. Чем толще линия, тем более изобилен класс генов резистентности. Например, гены резистентности к аминогликозиду и тетрациклину являются преобладающими типами, обнаруженными во всех пробах.



Уменьшение сбросов противомикробных веществ в окружающую среду

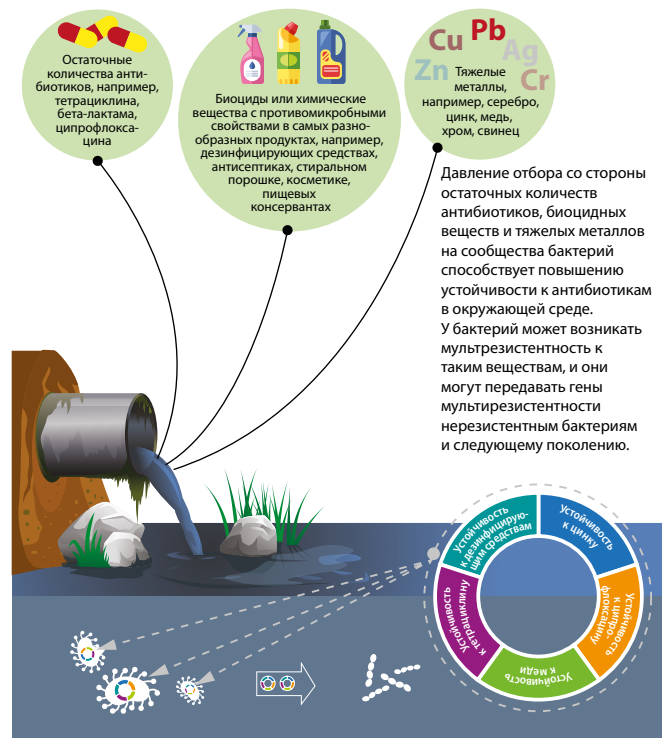
Проблема сброса антибиотиков в окружающую среду и устойчивых к антибиотикам бактерий начинает понемногу находить надлежащее отражение в текущем нормативно-правовом регулировании. Нарастающая информированность относительно того, что остаточные количества антибиотиков потенциально способны оказывать пагубное воздействие на водные организмы, привела к тому, что в 2015 году три антибиотических соединения были внесены в Контрольный список Европейского союза по возникающим загрязнителям водной среды.³⁵ Некоторые производители лекарств реализуют добровольные инициативы, направленные на сокращение концентрации антибиотиков в частично очищенных сточных водах.²⁵ В сентябре 2016 года несколько ведущих фармацевтических компаний приняли поэтапный план действий по борьбе с устойчивостью к противомикробным веществам, представленный в Организацию Объединенных Наций, одной из центральных тем которого стало экологическое регулирование производственной деятельности, связанной с антибиотиками.³⁶

Использование содействующих отбору химических соединений, таких как триклозан, в широком ассортименте потребительских товаров было запрещено или ограничено на различных рынках. Ассоциация государств Юго-Восточной Азии ввела ограничение на максимальную концентрацию триклозана в косметических товарах и средствах личной гигиены.³⁷ В 2016 году Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарствами Соединенных Штатов Америки постановило, что отпускаемые без рецепта бактерицидные средства, содержащие триклозан и еще 18 химических соединений, следует изымать из продажи, поскольку результаты исследований свидетельствуют о том, что долгосрочная подверженность воздействию этих активных ингредиентов может создавать такие риски для здоровья, как бактериальная резистентность или гормональные нарушения.³⁸

Более жесткое регулирование антибиотиков, а также содействующих отбору химических соединений, могло бы стать движущей силой разработки доступных по цене технических решений по смягчению последствий и снижению риска и стимулировать дискуссию по вопросам ответственности в связи с остаточными количествами антибиотиков и резистентными бактериями, которых они порождают. Можно утверждать, что определенную меру ответственности за пагубные последствия попадания остаточных количеств антибиотиков в окружающую среду несут производители антибиотиков, назначающие их применение лица, фермеры и даже пациенты. Столь значительные изменения в том, каким образом мы решаем проблему устойчивости к антибиотикам, особенно в контексте подхода «Единая система охраны здоровья», могли бы преобразовать стимулы к сокращению использования антибиотиков и совершенствованию практических методов обращения с отходами.

Уже существует множество стратегий, направленных на сокращение или полное удаление антибиотиков и резистентных бактерий из потоков отходов, проникающих в окружающую среду: вторичная и третичная

Сопутствующий отбор по устойчивости к антибиотикам, металлам и биоцидам



Видеоматериал: Почему FDA США запретила бактерицидное мыло?



Доступен по адресу: www.youtube.com/watch?v=9dExiRwh-DQ
Фотография предоставлена: Галушко Сергей / Shutterstock.com

© SciShow

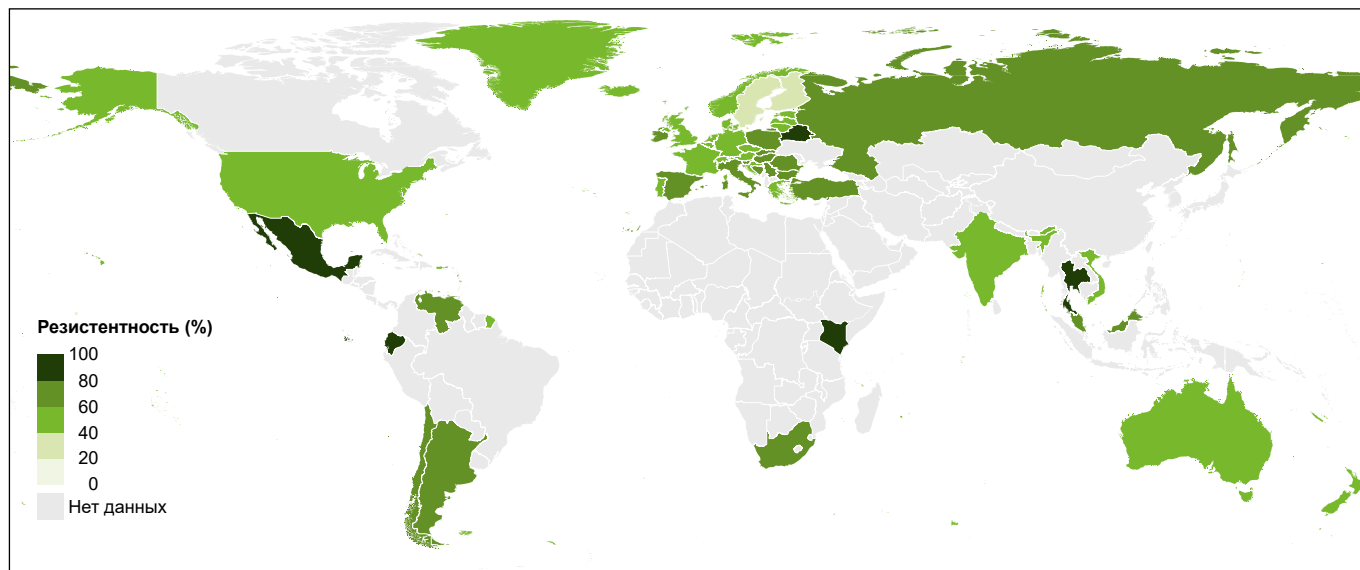
очистка сточных вод; мембранная фильтрация и озонирование, удаляющие антибиотики и бактерии; а также УФ-дезинфицирование и термическая обработка, которые еще более эффективны с точки зрения уничтожения жизнеспособных бактерий. Эти подходы отличаются по уровням эффективности, а некоторые из них могут приводить к нежелательным последствиям, например образованию токсичных побочных продуктов. Наряду с этим, можно обрабатывать отходы жизнедеятельности животных до их применения в качестве удобрений, а также прибегать к простым методам сокращения масштабов загрязнения водной среды. Реализации этих подходов препятствуют, по большей части, финансовые факторы, что связано со способностью или стремлением общества к переменам. Существует настоятельная необходимость углубить понимание рисков, проистекающих из противомикробной резистентности в окружающей среде, и разрабатывать экологически рациональные технологии их смягчения.

Существует мнение, что эта проблема настолько необъятна, что ее невозможно постичь, принимая во внимание вероятность взаимодействий между невообразимыми количествами бактерий, обладающих, на первый взгляд, беспредельным потенциалом передачи генов, а также комплексный характер смесей химических соединений, содействующих отбору, и разнообразие механизмов формирования резистентности.³⁹ Вероятно, при наличии достаточных данных такое утверждение окажется неверным, но сохраняет свою

силу вопрос: располагаем ли мы временем, чтобы ждать, пока будет накоплен необходимый объем данных, и лишь затем приступить к принятию решений.

Нам известно, что, где бы человек ни осуществлял свою деятельность, в окружающей среде начинает отмечаться повышенный уровень содержания антибиотиков и устойчивости к ним. Мы знаем, что в лабораторных условиях некоторые антибиотики являются фактором отбора по устойчивости к антибиотикам даже в концентрациях, обнаруживаемых в природной среде. Нам также известно, что клинически значимые гены резистентности, возникшие в последнее время в болезнетворных микроорганизмах, первоначально зародились в бактериях, распространенных в природной среде обитания. Уже имеются в наличии данные, свидетельствующие о том, что передача генов, вероятно, происходит по пищевой цепи и посредством воздействия загрязненной окружающей среды. Зачастую раздается призыв к принятию решений на основе фактических данных, но в случае проблемы настолько многогранной, как устойчивость к антибиотикам, какой объем свидетельств будет достаточным? Обретение убедительных доказательств в том виде, который дают клинические испытания, может оказаться невозможным или стать задачей, решение которой потребует столько усилий, что мы подвергнемся риску громадных задержек в регулировании применения антибиотиков и осуществлении мер по смягчению последствий.

Процентная доля изолятов инвазивной *E. Coli*, устойчивых к аминопенициллинам



С любезного разрешения Центра по динамике заболеваний, экономике и политике (CDDEP). С дополнительными картами резистентности можно ознакомиться по адресу: <http://resistancemap.cddep.org/AntibioticResistance.php>




Дальнейшие научные исследования и мероприятия для создания информационной основы политических решений

Устойчивость к антибиотикам во все большей мере обнаруживается у клинически значимых безвредных микроорганизмов, производство животноводческой продукции наращивается в ответ на увеличение спроса на нее, а рост численности населения и стремительная урбанизация приводят к повышению масштабов загрязнения окружающей среды. В своей совокупности, эти тенденции дают основания предположить, что в обозримом будущем, если не будут предприняты согласованные меры вмешательства, скоординированные в мировом масштабе, процессы, являющиеся движущей силой распространения устойчивости к антибиотикам, продолжатся. Следует надеяться на то, что эти тенденции побудят нас к поиску более эффективных способов решения данной проблемы и создадут условия для принятия политических курсов, в которых будут приниматься во внимание критически важные функции природной среды.

Меры предосторожности могли бы включать сокращение масштабов высвобождения антибиотиков и содействующих отбору химических соединений в окружающую среду посредством их в большей мере контролируемого и осмотрительного использования, а также путем решения проблем, связанных с такими критически важными очагами загрязнения, как больницы, объекты по производству лекарств, станции очистки сточных вод и сельскохозяйственные источники, путем совершенствования систем канализации и очистки сточных вод. Дальнейшие меры предосторожности включают прекращение использования антибиотиков в качестве стимуляторов роста в животноводстве; сведение к минимуму использования товаров бытовой химии и средств личной гигиены, содержащих противомикробные вещества; и поощрение технологических инноваций, обеспечивающих скорейшее разложение вновь разрабатываемых антибиотиков после того, как они оказали свое благотворное воздействие.

Информационной основой ответственных политических установок должны стать результаты фундаментальных научных исследований относительно вклада загрязнения природной среды противомикробными веществами и содействующими отбору химическими соединениями в совокупные уровни устойчивости к противомикробным веществам, а также в эволюцию и передачу резистентности. Например, научные исследования вопроса о конечном состоянии остаточных количеств антибиотиков после того, как они вступают в соприкосновение с почвой, могут регулировать органам понять, какие антибиотики сохраняют свою биологическую активность — способность оказывать воздействие на процессы отбора — и, соответственно, требуют повышенного внимания.²³ Аналогичным образом, получение более глубоких знаний о способности противомикробных веществ влиять на отбор по устойчивости к ним в водной среде может способствовать нашей разработке более эффективных мер регулирования и стратегий в области очистки сточных вод на основе их роли в процессах отбора, а не концентрации в местах сброса. Доведение результатов исследований до сведения более широкой аудитории жизненно необходимо в целях повышения осведомленности по данному



Приглашение граждан к участию в мониторинге противомикробных веществ в окружающей среде

Чтобы сократить дальнейшее повышение устойчивости к противомикробным веществам, исследователям необходимо понять, каким образом бактерии сталкиваются с противомикробными веществами и содействующими отбору химическими соединениями в разнообразных условиях окружающей среды и каким образом подверженность их воздействию открывает путь к возникновению и распространению резистентности. Многие проблемы — например, нехватка времени, ресурсов и данных — препятствуют формированию нашей способности дать ответ на такие фундаментальные вопросы.

Привлечение помощи со стороны гражданского общества могло бы дополнить усилия профессиональных научно-технических работников, а учет вклада его представителей позволил бы обогатить решение проблемы, а также повысить их осведомленность. Вовлечение различных заинтересованных сторон из разных секторов могло бы способствовать заполнению пробелов в данных и открыть возможности обретения нового понимания. Такое участие может помочь ученым в выявлении очагов загрязнения окружающей среды противомикробными веществами, составить карты закономерностей и определить стратегии вмешательства.

Например, наличие интерактивных инструментов могло бы побудить фермеров к вводу данных о видах и количествах антибиотиков, которые они используют, и предоставлению информации относительно того, каким образом происходит удаление сточных вод, загрязненных антибиотиками. Заинтересованные потребители могут вводить данные о своем использовании антибиотиков, способах удаления лекарственных средств с истекшим сроком годности или использовании продукции бытовой химии с противомикробными свойствами. Учащиеся средних школ могут собирать пробы почвы и воды или даже образцы фекалий индикаторных видов животных для целей их анализа в проектах, реализуемых под руководством ученых.^{40, 41} Могли бы быть подготовлены кампании по организации целевых хакатонов с привлечением программистов к написанию новых инструментальных средств, таких как прикладные программы для телефонов, для целей идентификации химических веществ и статистического анализа концентраций и тенденций в динамике по времени.

вопросу среди общественности, лиц, определяющих политический курс, и руководителей общин.

В случаях, когда лечение антибиотиками не дает результатов, мерой реагирования является использование антибиотиков во все больших объемах. Это приводит к их чрезмерному использованию и непрекращающемуся спросу на новые антибиотики для замены тех, которые с определенного момента теряют свою эффективность. Когда врачи и ветеринары сталкиваются с инфицированными пациентами, которым лечение антибиотиками принесло бы пользу, озабоченность в связи с устойчивостью к противомикробным веществам в природной среде уходит на задний план. Тем не менее, падение сохраняющих активность антибиотиков, содействующих отбору химических соединений и резистентных бактерий в природную среду, где они могут стимулировать возникновение новых генов резистентности, должно быть предотвращено. В отсутствие предупредительных мер мы подвергнемся прямому и значительному риску воздействия со стороны возбудителей болезней, устойчивых к противомикробным веществам, из естественных резервуаров.

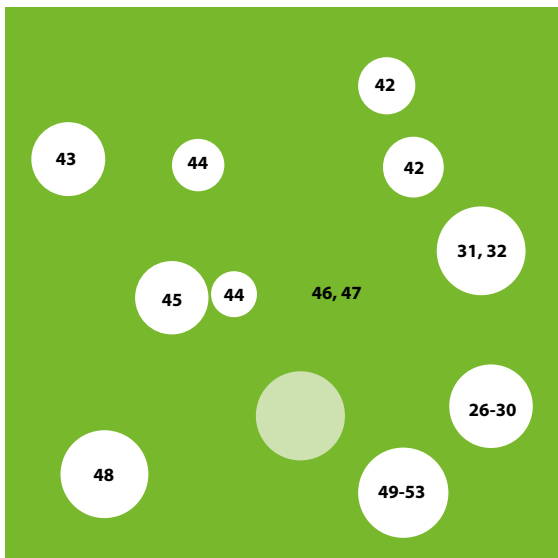
Список использованной литературы

1. Чен, М. (2011). Всемирный день здоровья 2011 года — Борьба с лекарственной устойчивостью: бездействие сегодня означает, что у нас не будет лекарственных средств завтра. Заявление д-ра Маргарет Чен, Генерального директора ВОЗ, 6 апреля 2011 года. Всемирная организация здравоохранения, Женева. http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2011/whd_20110407/ru/
2. O'Neill Commission (2014). *Review on Antimicrobial Resistance: Tackling a crisis for the health and wealth of nations*. Review on Antimicrobial Resistance, London. <https://amr-review.org/Publications.html>
3. Angelakis, E., Merhej, V. and Raoult D. (2013) Related actions of probiotics and antibiotics on gut microbiota and weight modification. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(10), 889-99. https://www.researchgate.net/publication/257134399_Related_actions_of_probiotics_and_antibiotics_on_gut_microbiota_and_weight_modification
4. Cogliani, C., Goossens, H. and Greko, C. (2011). Restricting Antimicrobial Use in Food Animals: Lessons from Europe. *Microbe*, 6(6), 274–279. <https://louise.house.gov/sites/slaughter.house.gov/files/migrated/uploads/Cogliani%202011.pdf>
5. O'Brien, J. and Wright, G.D. (2011). An ecological perspective of microbial secondary metabolism. *Current Opinion in Biotechnology*, 22(4), 552-558. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166911000620>
6. Bhullar, K., Waglechner, N., Pawlowski, A., Koteva, K., Banks, E.D., Johnston, M.D., Barton, H.A. and Wright, G.D. (2012). Antibiotic Resistance is Prevalent in an Isolated Cave Microbiome. *PLoS ONE*, 7(4), e34953. <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0034953&type=printable>
7. Gaze, W.H., Zhang, L., Abdoulsam, N.A., Hawkey, P.M., Calvo-Bado, L., Royle, J., Brown, H., Davis, S., Kay, P., Boxall, A.B.A. and Wellington, E.M.H. (2011). Impacts of anthropogenic activity on the ecology of class 1 integrons and integron-associated genes in the environment. *The International Society for Microbial Ecology*, 5, 1253-1261. <https://www.nature.com/ismej/journal/v5/n8/full/ismej2011115a.html>
8. Humeniuk, C., Arlet, G., Gautier, V., Grimont, P., Labia, R. and Philippon, A. (2002). Beta-lactamases of *Kluyvera ascorbata*, probable progenitors of some plasmid-encoded CTX-M types. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 46(9), 3045-3049. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC127423/pdf/0710.pdf>
9. Nordmann, P., Lartigue, M.F. and Poirel, L. (2008). Beta-lactam induction of ISEc1B-mediated mobilization of the naturally occurring bla(CTX-M) beta-lactamase gene of *Kluyvera ascorbata*. *FEMS Microbiology Letter*, 288, 247-249. <https://academic.oup.com/femsle/article-pdf/288/2/247/1415383/288-2-247.pdf>
10. Poirel, L., Rodriguez-Martinez, J.M., Mammeri, H., Liard, A. and Nordmann, P. (2005). Origin of plasmid-mediated quinolone resistance determinant QnrA. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 49(8), 3523-3525. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1196254/pdf/0337-05.pdf>
11. Wellington, E.M., Boxall, A.B., Cross, P., Feil, E.J., Gaze, W.H., Hawkey, P.M., Johnson-Rollings, A.S., Jones, D.L., Lee, N.M., Otten, W., Thomas, C.M. and Williams, A.P. (2013). The role of the natural environment in the emergence of antibiotic resistance in Gram-negative bacteria. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(2), 155-165. [http://www.thelancet.com/pdfs/journals/laninf/PIIS1473-3099\(12\)70317-1.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/laninf/PIIS1473-3099(12)70317-1.pdf)
12. Ashbolt, N.J., Amezquita, A., Backhaus, T., Borriello, P., Brandt, K.K., Collignon, P., Coors, A., Finley, R., Gaze, W.H., Heberer, T., Lawrence, J.R., Larsson, D.G.J., McEwen, S.A., Ryan, J.J., Schönfeld, J., Silley, P., Snape, J.R., Van den Eede, C. and Topp, E. (2013). Human Health Risk Assessment (HHRA) for environmental development and transfer of antibiotic resistance. *Environmental Health Perspectives*, 121(9), 993-1001. <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/121/9/ehp.1206316.pdf>
13. Finley, R.L., Collignon, P., Larsson, D.G.J., McEwen, S.A., Li, X.Z., Gaze, W.H., Reid-Smith, R., Timinouni, M., Graham, D.W. and Topp, E. (2013). The scourge of antibiotic resistance: the important role of the environment. *Clinical Infectious Diseases*, 57(5), 704-710. <https://academic.oup.com/cid/article-pdf/57/5/704/885497/cit355.pdf>
14. Leonard, A.F., Zhang, L., Balfour, A.J., Garside, R. and Gaze, W.H. (2015). Human recreational exposure to antibiotic resistant bacteria in coastal bathing waters. *Environment International*, 82, 92-100. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412015000409>
15. Price, L.B., Stegger, M., Hasman, H., Aziz, M., Larsen, J. Andersen, P.S., Pearson, T., Waters, A.E., Foster, J.T., Schupp, J., Gillette, J., Driebe, E., Liu, C.M., Springer, B., Zdvoc, I., Battisti, A., Franco, A., Żmudzki, J., Schwarz, S., Butaye, P., Jouy, E., Pomba, C., Porrero, C., Ruimy, R., Smith, T.C., Robinson, A.D., Weese, J.S. Arriola, C.S., Yu, F., Laurent, F., Keim, P., Skov, R. and Aarestrup, F.M. (2012). Staphylococcus aureus CC398: Host adaptation and emergence of methicillin resistance in livestock. *mBio*, 3(1), e00305-e00311. <http://mbio.asm.org/content/3/1/e00305-11.full.pdf+html>
16. Kummerer, K. (2009). Antibiotics in the aquatic environment – a review – part I. *Chemosphere*, 75(4), 417-434. https://www.researchgate.net/publication/284296697_Antibiotics_in_the_aquatic_environment_-_A_review
17. Kummerer, K. (2009). Antibiotics in the aquatic environment – a review – part II. *Chemosphere*, 75(4), 435-441. https://www.researchgate.net/publication/23959090_Antibiotics_in_the_aquatic_environment_-_A_review_-_Part_II
18. Larsson, D.G.J. (2010). Release of active pharmaceutical ingredients from manufacturing sites – need for new management strategies. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 6(1), 184-186. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.20/epdf>
19. Larsson, D.G.J. (2014). Pollution from drug manufacturing: review and perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369, 20130571. <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/369/1656/20130571.full.pdf>



20. Rutgeresson C, Fick, J, Marathe, N, Kristiansson, E, Janzon, A, Angelin, M., Johansson, A., Shouche, Y, Flach, C.F. and Larsson, D.G. (2014). Fluoroquinolones and qnr genes in sediment, water, soil, and human fecal flora in an environment polluted by manufacturing discharges. *Environmental Science & Technology*, 48(14), 7825-7832.
21. Gullberg, E., Cao, S., Berg, O.G., Ilback, C., Sandegren, L., Hughes, D. and Andersson, D.I. (2011). Selection of resistant bacteria at very low antibiotic concentrations. *PLoS Pathogens*, 7(7), e1002158. <http://journals.plos.org/plospathogens/article/file?id=10.1371/journal.ppat.1002158&type=printable>
22. Pruden, A., Larsson, D.G., Amezquita, A., Collignon, P., Brandt, K.K., Graham, D.W., Lazorchak, J.M., Suzuki, S., Silley, P., Snape, J.R., Topp, E., Zhang, T. and Zhu, Y.G. (2013). Management options for reducing the release of antibiotics and antibiotic resistance genes to the environment. *Environmental Health Perspectives*, 121(8), 878-885. <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/121/8/ehp.1206446.pdf>
23. Subbiah, M., Mitchell, S.M., Ullman, J.L. and Call, D.R. (2011). β -Lactams and Florfenicol Antibiotics Remain Bioactive in Soils while Ciprofloxacin, Neomycin, and Tetracycline Are Neutralized. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(20), 7255-7260. <http://aem.asm.org/content/77/20/7255.full.pdf+html>
24. Berendonk, T.U., Manaia, C.M., Merlin, C., Fatta-Kassinos, D., Cytryn, E., Walsh, F., Burgmann, H., Sorum, H., Norstrom, M., Pons, M., Kreuzinger, N., Huovinen, P., Stefani, S., Schwartz, T., Kisa, V., Baquero, F. and Martinez, J.L. (2015). Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. *Nature Reviews Microbiology*, 13, 310-317. <https://www.nature.com/nrmicro/journal/v13/n5/full/nrmicro3439.html>
25. Boxall, A.B.A., Rudd, M.A., Brooks, B.W., Caldwell, D.J., Choi, K., Hickmann, S., Innes, E., Ostapyk, K., Staveley, J.P., Verslycke, T., Ankley, G.T., Beazley, K.F., Belanger, S.E., Berninger, J.P., Carriguiriborde, P., Coors, A., DeLeo, P.C., Dyer, S.D., Ericson, J.F., Gagné, F., Giesy, J.P., Gouin, T., Hallstrom, L., Karlsson, M.V., Larsson, D.G.J., Lazorchak, J.M., Mastrocco, F., McLaughlin, A., McMaster, M.E., Meyerhoff, R.D., Moore, R., Parrott, J.L., Snape, J.R., Murray-Smith, R., Servos, M.R., Sibley, P.K., Straub, J.O., Szabo, N.D., Topp, E., Tetreault, G.R., Trudeau, V.L. and Van Der Kraak, G. (2012). Pharmaceuticals and personal care products in the environment: what are the big questions? *Environmental Health Perspectives*, 120(9), 1221-1229. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3440110/pdf/ehp.1104477.pdf>
26. Gullberg E, Albrecht, L.M., Karlsson, C., Sandegren, L. and Andersson, D.I. (2014). Selection of a multidrug resistance plasmid by sublethal levels of antibiotics and heavy metals. *mbio*, 5(5), e01918-14. <http://mbio.asm.org/content/5/5/e01918-14.full.pdf+html>
27. Baker-Austin, C., Wright, M.S., Stepanauskas, R., McArthur, J.V. (2006). Co-selection of antibiotic and metal resistance. *Trends in Microbiology*, 14(4), 176-182. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16537105>
28. Gaze, W.H., Zhang, L., Abdoulsalam, N.A., Hawkey, P.M., Calvo-Bado, L., Royle, J., Brown, H., Davis, S., Kay, P., Boxall, A.B.A. and Wellington, E.M. (2011). Impacts of anthropogenic activity on the ecology of class 1 integrons and integron-associated genes in the environment. *The ISME Journal*, 5(8), 1253-1261. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21368907>
29. Wales, A.D. and Davies, R.H. (2015). Co-Selection of Resistance to Antibiotics, Biocides and Heavy Metals, and Its Relevance to Foodborne Pathogens. *Antibiotics*, 4(4), 567-604. <http://www.mdpi.com/2079-6382/4/4/567/pdf>
30. Seiler, C. and Berendonk, T.U. (2012). Heavy metal driven co-selection of antibiotic resistance in soil and water bodies impacted by agriculture and aquaculture. *Frontiers in Microbiology*, 3(399). <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2012.00399/full>
31. Stalder, T., Barraud, O., Casellas, M., Dagot, C. and Ploy, M.-C. (2012). Integron involvement in environmental spread of antibiotic resistance. *Frontiers in Microbiology*, 3(119). <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2012.00119/full>
32. Tennstedt, T., Szczepanowski, R., Braun, S., Pühler, A. and Schlüter, A. (2003). Occurrence of integron-associated resistance gene cassettes located on antibiotic resistance plasmids isolated from a wastewater treatment plant. *FEMS Microbiology Ecology*, 45(3), 239-252. <https://academic.oup.com/femsec/article-pdf/45/3/239/18091371/45-3-239.pdf>
33. Yang, Y., Li, B., Ju, F. and Zhang, T. (2013). Exploring variation of antibiotic resistance genes in activated sludge over a four-year period through a metagenomic approach. *Environmental Science & Technology*, 47(18), 10197-10205. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es4017365>
34. Zhang, T. (2016). Antibiotics and resistance genes in wastewater treatment plants. *AMR Control*, 9 July 2016. <http://resistancecontrol.info/amr-in-food-water-and-the-environment/antibiotics-and-resistance-genes-in-wastewater-treatment-plants/>
35. EU JRC (2016). *First Watch List for emerging water pollutants*. The Joint Research Centre of the European Union. <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/first-watch-list-emerging-water-pollutants>
36. IFPMA (2016). Leading Pharmaceutical Companies Present Industry Roadmap to Combat Antimicrobial Resistance. International Federation of Pharmaceutical Manufacturers & Association Press Release, 20 September 2016. <https://www.ifpma.org/resource-centre/leading-pharmaceutical-companies-present-industry-roadmap-to-combat-antimicrobial-resistance/>
37. ASEAN (2016). Opinion on Triclosan in cosmetic products. The Association of Southeast Asian Nations <http://aseancosmetics.org/uploads/UserFiles/Opinion%20on%20Triclosan%20Feb%202016.pdf>
38. US-FDA. FDA issues final rule on safety and effectiveness of antibacterial soaps. United States Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/newsevents/newsroom/pressannouncements/ucm517478.htm>
39. Smith, D.L., Dushoff, J. and Morris, J.G. (2005). Agricultural antibiotics and human health. *PLoS Medicine*, 2(8), e232. <http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0020232>
40. Macquarie University (2017). Citizen scientists tackling antibiotic resistance one possum poop at a time. *This Week*, 7 August 2017. Macquarie University, Sydney. <http://www.mq.edu.au/thisweek/2017/08/07/citizen-scientists-tackling-antibiotic-resistance-one-possum-poop-at-a-time>
41. NSF (2017). RAISE: Neighborhood Environments as Socio-Techno-bio Systems. National Science Foundation's Awards website. https://www.nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=1744724&HistoricalAwards=false

Список использованных графических материалов



42. Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Robinson, T.P., Teillant, A. and Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18), 5649–5654. <http://www.pnas.org/content/112/18/5649.abstract>

43. Grigorakis, K. and Rigos, G. (2011). Aquaculture effects on environmental and public welfare – The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, 85(6), 899-919. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653511008344?via%3Dihub>

44. O'Neill Commission (2015). *Antimicrobials in agriculture and the environment: Reducing unnecessary use and waste*. The Review on Antimicrobial Resistance, London. <https://amr-review.org/Publications.html>

45. Gothwal, R. and Shashidhar, T. (2014). Antibiotic Pollution in the Environment: A Review. *Clean n Soil, Air, Water*, 42, 1n11. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/clen.201300989/abstract>

46. Bergeron, S., Boopathy, R., Nathaniel, R., Corbin, A. and LaFleur, G. (2015). Presence of antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in raw source water and treated drinking water. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 102, 370-374. https://www.researchgate.net/publication/276075506_Presence_of_antibiotic_resistant_bacteria_and_antibiotic_resistance_genes_in_raw_source_water_and_treated_drinking_water

47. Jia, S., Shi, P., Hu, Q., Li, B., Zhang, T. and Zhang, X.X. (2015). Bacterial community shift drives antibiotic resistance promotion during drinking water chlorination. *Environmental Science & Technology*, 49(20), 12271-12279. https://www.researchgate.net/publication/282135668_Bacterial_Community_Shift_Drives_Antibiotic_Resistance_Promotion_during_Drinking_Water_Chlorination

48. Hoorweg, D. and Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban development series; Knowledge papers no. 15. World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>

49. Berglund, B. (2015). Environmental dissemination of antibiotic resistance genes and correlation to anthropogenic contamination with antibiotics. *Infection Ecology & Epidemiology*, 5, 28564. <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3402/iee.v5.28564?needAccess=true>

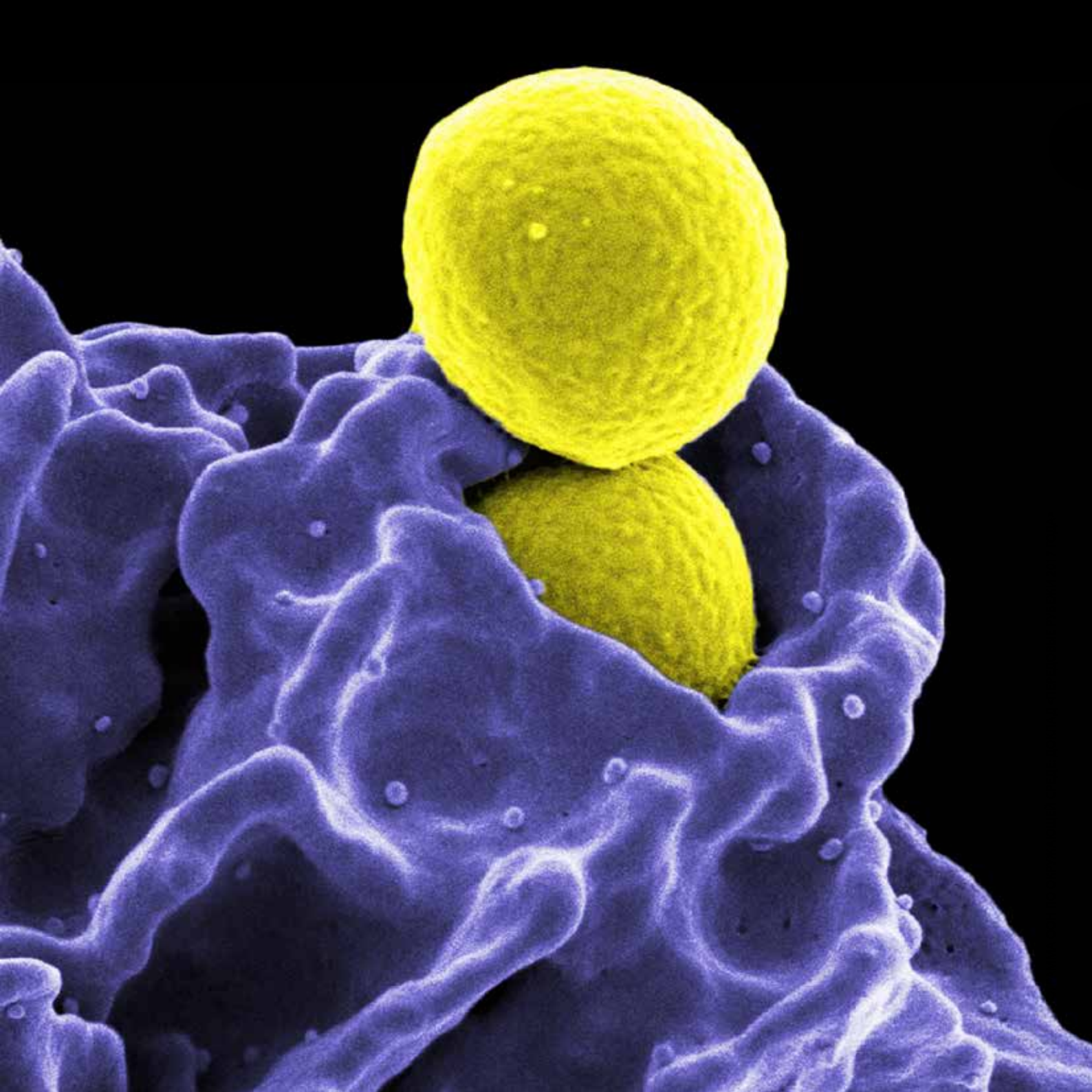
50. Guyomard-Rabenirina, S., Dartron, C., Falord, M., Sadikalay, S., Ducat, C., Richard, V., Breurec, S., Gros, O. and Talarmin, A. (2017). Resistance to antimicrobial drugs in different surface waters and wastewaters of Guadeloupe. *PLoS ONE*, 12(3), e0173155. <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0173155&type=printable>

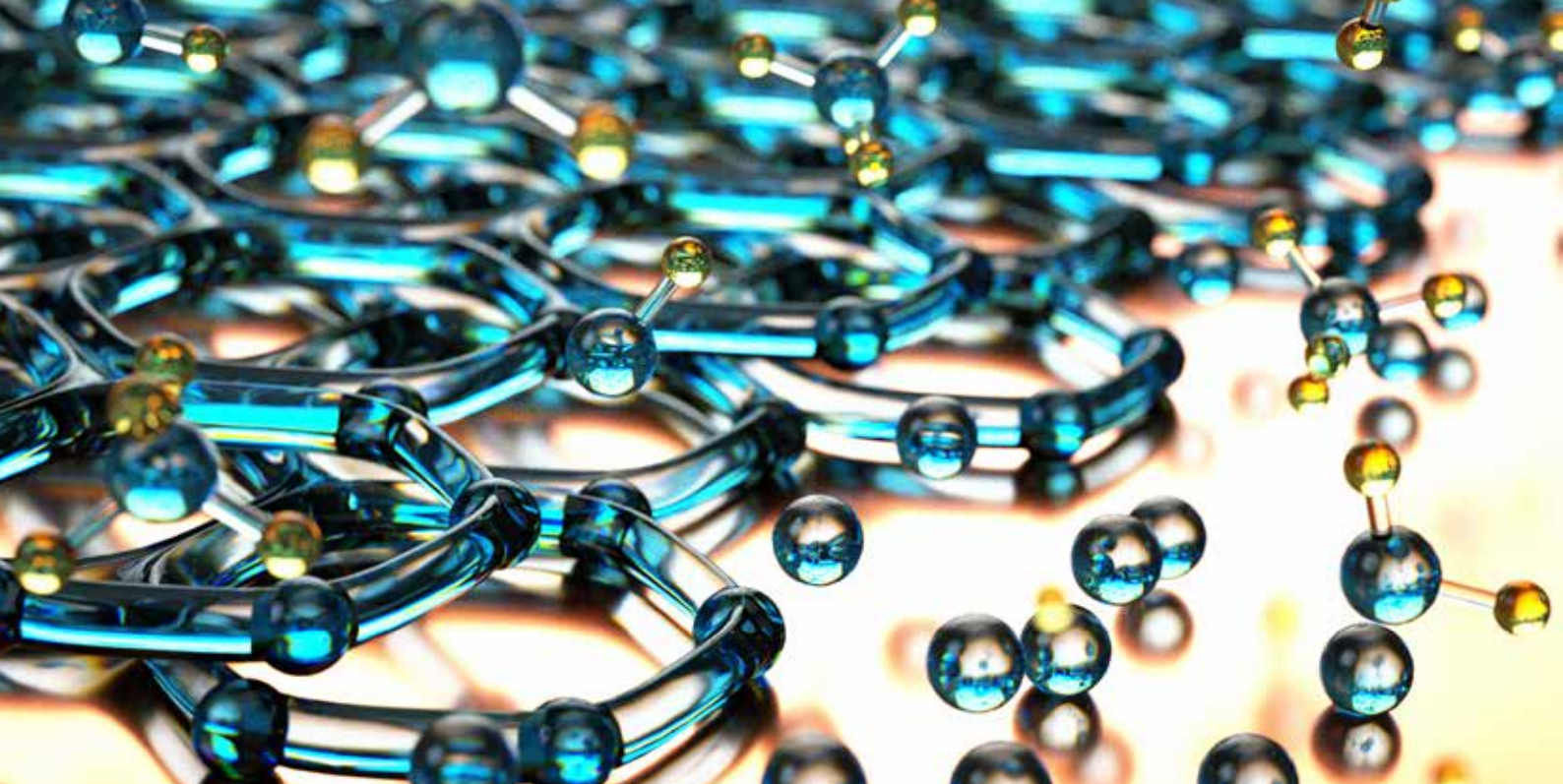
51. Maloo, A., Borade, S., Dhawde, R., Gajbhiye, S.N. and Dastager, S.G. (2014). Occurrence and distribution of multiple antibiotic-resistant bacteria of Enterobacteriaceae family in waters of Veraval coast, India. *Environmental and Experimental Biology*, 12, 43-50. http://drs.nio.org/drs/bitstream/handle/2264/4533/Environ_Exp_Biol_12_43.pdf?sequence=1

52. Shah, S.Q.A., Cabello, F.C., L'Abée-Lund, T.M., Tomova, A., Godfrey, H.P., Buschman, A.H. and Sørum, H. (2014). Antimicrobial resistance and antimicrobial resistance genes in marine bacteria from salmon aquaculture and non-aquaculture sites. *Environmental Microbiology*, 16(5), 1310-1320. https://www.researchgate.net/publication/260681099_Antimicrobial_resistance_and_antimicrobial_resistance_genes_in_marine_bacteria_from_salmon_aquaculture_and_non-aquaculture_sites

53. Zhao, J.Y. and Dang, H. (2012). Coastal Seawater Bacteria Harbor a Large Reservoir of Plasmid-Mediated Quinolone Resistance Determinants in Jiaozhou Bay, China. *Microbial Ecology*, 64, 187-199. https://www.researchgate.net/publication/221754196_Coastal_Seawater_Bacteria_Harbor_a_Large_Reservoir_of_Plasmid-Mediated_Quinolone_Resistance_Determinants_in_Jiaozhou_Bay_China

Метициллин-резистентные бактерии *Staphylococcus aureus* в процессе их обволакивания лейкоцитом человека
 Фотография предоставлена: Национальный институт аллергии и инфекционных болезней, США ▶





Фотография предоставлена: Hinkle Group, на условиях лицензии CC-BY-NC-ND 2.0

Наноматериалы: применение принципа предосторожности

Наноизмерения — новые открытия в отношении давно известных материалов

Нобелевская премия по химии за 2016 год была присуждена Жану-Пьеру Соважу, сэру Джеймсу Фрезеру Стоддарту и Бернарду Лукасу Феринга по результатам их тридцатилетнего изучения способов конструирования и синтеза молекулярных машин, которые были продемонстрированы с помощью «автомобиля» длиной четыре нанометра с четырьмя колесами, приводимыми в движение молекулярными двигателями.¹ Ученые продолжили расширять границы и исследовать новые технологии: в данном случае — новаторские решения за пределами физических ограничений, реализующие потенциальные возможности в целях неисчислимого множества применений в повседневной жизни. Недавние достижения в области нанотехнологий и нанонауки привели к созданию материалов нанометровых размеров с неожиданно возникающими физическими и химическими свойствами, преобразующими мир.^{2,3,4}

Наноматериалы состоят из частиц нанометровых размеров в пределах менее 100 нанометров в по меньшей мере одном

измерении: нанометр — это одна миллиардная часть метра или приблизительно в 80 000 раз меньше толщины человеческого волоса. Наноматериалы существовали и ранее, и не все из них были синтезированы; они встречаются в естественных условиях, и они существуют повсюду. Новое заключается в том, что мы обретаем способность формировать их из обычных материалов для того или иного функционального предназначения.

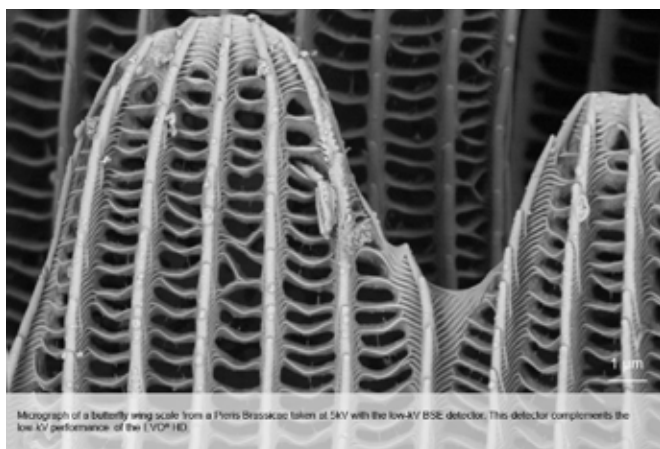
В мире природы наноматериалы существуют в скелетах планктона и кораллов; клювах и перьях птиц; шерсти и костном матриксе животных, включая человека; паучьей паутине; чешуйках и крыльях; и даже в бумаге, шелке и хлопке. Наряду с этим в природе встречаются неорганические наноматериалы, например, некоторые виды глины, вулканический пепел и сажа, межзвездная пыль и некоторые минералы. Природные наноматериалы по существу представляют собой результат химических, фотохимических, механических, термических и биологических процессов.^{5,6}

Научные исследования дают основания предположить, что некоторые из методов изготовления препаратов, используемые



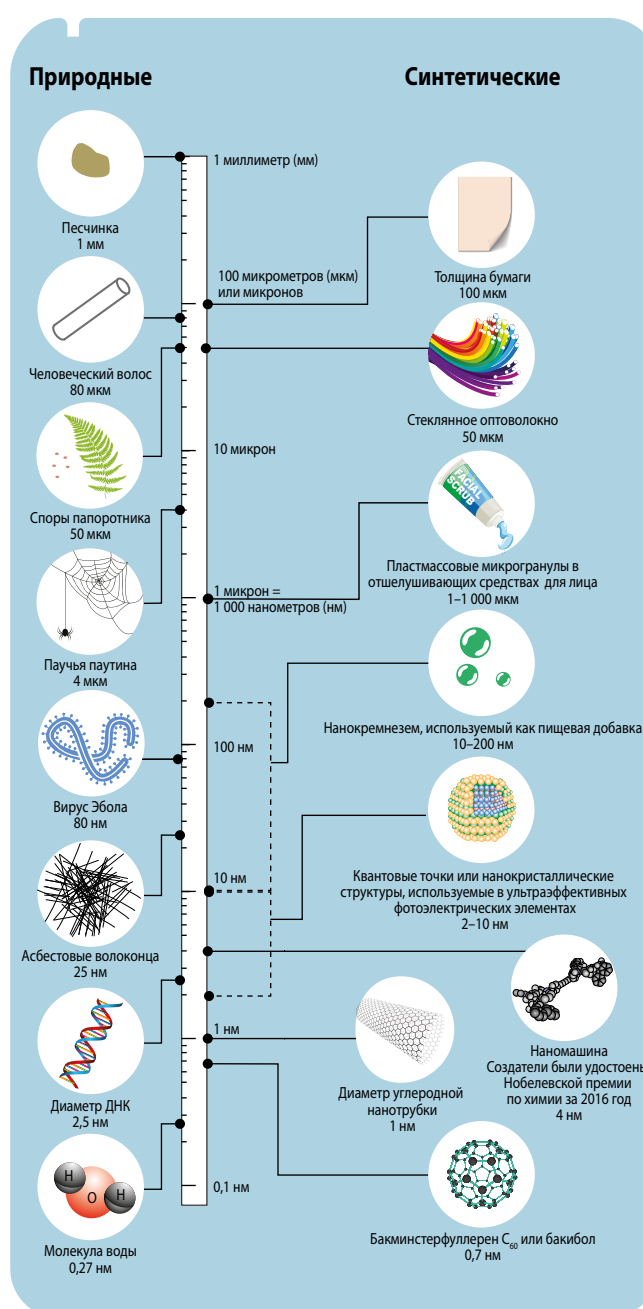
в традиционной медицине, такие как обжиг, самопроизвольно приводят к образованию наноматериалов и формированию их особых свойств.^{7,8} Наряду с этим, исследователи изучают средневековое оружие, например лезвия из дамасской стали, чтобы проверить теорию, согласно которой в конкретных и превращенных в ритуал способахковки и отжига образующиеся наноматериалы использовались для повышения прочности и ковкости стали.^{9, 10}

В мире, насыщенном техническими устройствами, наноматериалы преднамеренно разрабатываются и синтезируются для конкретных применений в оптике, электронике, механике, медицине и ферментотерапии с использованием широкого диапазона микротехнологий. В наши дни наноматериалы находят широкое применение в самой разнообразной продукции, например, продуктах питания, косметике, средствах личной гигиены, противомикробных и дезинфицирующих средствах, одежде и электронных устройствах. Наряду с ажиотажем вокруг возможностей, которые могли бы открыть специально разработанные наноматериалы, возникают и вопросы относительно экологической безопасности наноматериалов, а также их производства и различных видов применения. В наших знаниях по-прежнему существуют значительные пробелы в отношении того, что именно можно сделать с помощью наноматериалов и каковы потенциальные последствия их использования. Несмотря на то, что множество других наноматериалов находятся в процессе разработки, существует серьезный риск того, что мы еще недостаточно осведомлены о последствиях долгосрочного воздействия этих материалов на здоровье человека или состояние окружающей среды, чтобы использовать их без принятия более жестких мер предосторожности.



Наноразмерная чешуйка крыла бабочки капустной (*Pieris brassicae*)

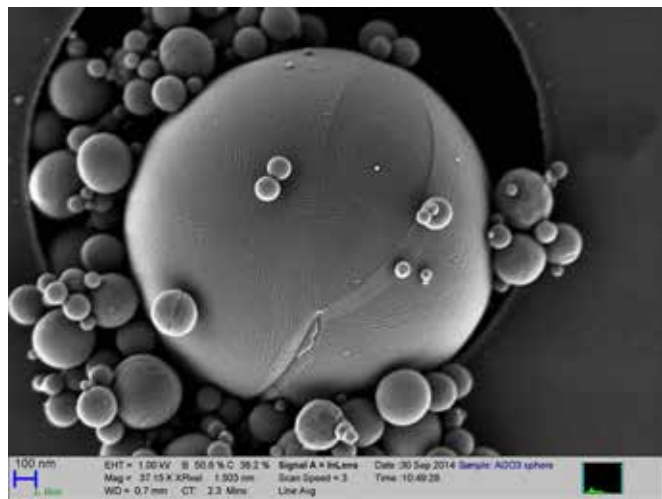
Фотография предоставлена: ZEISS Microscopy, на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0



Конкретные формы, применения и факторы воздействия

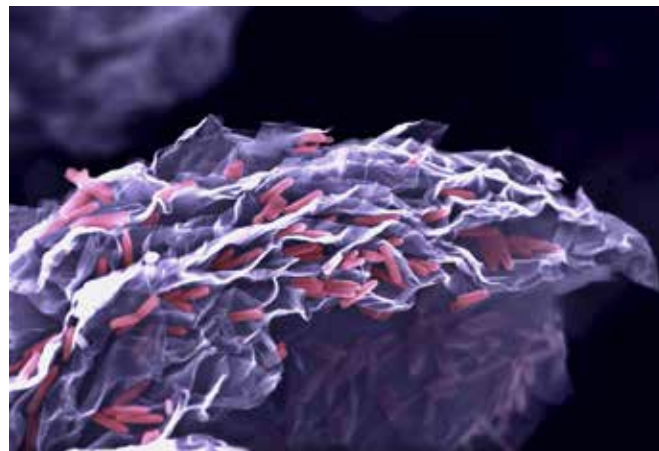
В сказке Льюиса Кэрролла «Алиса в Стране чудес» девочка Алиса проглатывает волшебное надобье, которое делает ее очень маленькой. При своем новом росте она получает способность проникнуть в мир животных и персонажей, которые ведут себя необычно — совсем не так, как в более крупных мирах. На уровне наноразмеров физические, химические, оптические, магнитные и электрические свойства и поведение материалов значительно изменяются по сравнению с теми же самыми материалами в более крупных размерах. Это происходит по причине кардинального увеличения отношения поверхности к объему и появления квантовых эффектов по мере того, как частицы материала становятся меньше. Получение наноразмерной версии того или иного материала может придать активность таким материалам, которые в ином случае являются инертными. Например, крупнозернистое золото диамагнитно — оно очень слабо реагирует на воздействие магнитного поля — но наночастицы золота обладают необычными магнитными свойствами.¹¹

Подобно своим крупноразмерным аналогам наноформы металлов, например серебра, титана, цинка, и их окисей используются в солнцезащитных кремах, зубной пасте, косметике, продуктах питания, красителях и одежде.¹² По причине своих противомикробных свойств наносеребро широко применяется при изготовлении многих потребительских товаров, таких как текстильные изделия для занятий спортом, обувь, дезодоранты, средства личной гигиены, стиральный порошок и стиральные машины.



Наносферы оксида алюминия (Al_2O_3)

Фотография предоставлена: ZEISS Microscopy, на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0



Наностержни оксида железа (III) (Fe_2O_3), выращенные на восстановленном оксиде графена для применения в конденсаторах большой емкости

Фотография предоставлена: Dilek Ozg/Engineering at Cambridge, на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0

Наноалмазы демонстрируют функциональные характеристики, позволяющие им проникать сквозь гематоэнцефалический барьер и целенаправленно доставлять лекарственные средства внутрь множества видов злокачественных опухолей.^{13, 14} По причине своей флуоресцентности, оптических и электрохимических свойств наноалмазы используются в передовых технологиях биоинтроскопии и считаются перспективным материалом для передачи сигналов, характеризующих функциональное здоровье мозга.^{15, 16}

Наноферменты — это наноматериалы с характерными для них ферментоподобными свойствами, разработанные для целей измерения биологических параметров, биоинтроскопии, диагностики и лечения опухолей.¹⁷ Наряду с этим, они находят свое применение в технологиях предотвращения обрастания морскими водорослями, удаления загрязнителей и мониторинга окружающей среды.

Углеродные наноматериалы могут воплощаться в разных конфигурациях и формах. Графен — это лист из углерода толщиной в один атом. Углеродные нанотрубки по существу представляют собой листы графена, свернутые в форме бесшовных полых цилиндров с диаметрами порядка одного нанометра.¹⁸ Открытый в 1985 году бакминстерфуллерен или бакибол — это сферическая структура, состоящая из 60 атомов углерода, получившая свое название по имени Р. Бакминстера Фуллера, ставшего знаменитым в результате разработки конструкции «геодезических куполов».

Углеродные нанотрубки обладают поразительными свойствами. Они прочнее стали, проводят электричество лучше меди и

Наноматериалы

Что такое наноматериал?

Наноматериал — это материал, любой из наружных размеров которого находится в пределах **менее 100 нанометров**, а один нанометр — это одна миллиардная часть метра

Наноматериалы могут быть **природными** или **синтетическими**, которые изготавливаются путем получения наноразмерных частиц широко используемых материалов, таких как углерод, оксиды металлов и драгоценные металлы

На уровне наноразмеров **свойства и поведение** материала значительно изменяются по сравнению с крупнозернистыми формами того же самого материала. Это обусловлено увеличением **отношения поверхности к объему и квантовыми эффектами**

Глобальный рынок наноматериалов

Годовые темпы роста — **20,7%**

Согласно прогнозам, к 2022 году достигнет **55 млрд долл. США**

Крупнозернистый материал



Наноразмерный материал



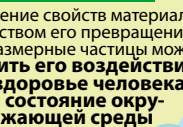
По мере уменьшения размеров частиц материала отношение поверхности к объему увеличивается, что повышает способность материала вступать в химические реакции с близлежащей окружающей средой

Миниатюрные размеры и высокое отношение поверхности к объему, которые придают наноматериалам их необыкновенные свойства, также **преобразуют то, каким образом они взаимодействуют** с биологическими системами и накапливаются в них, например, начиная с окружающей среды, живых организмов, органов, клеток и вплоть до уровня ДНК

К примеру, углеродные нанотрубки выглядят и ведут себя подобно волокнам асбеста. По причине их длины и заостренности они могут пронзать ткани организма и приводить к их воспалению и фиброзу во многом аналогично последствиям подверженности воздействию асбеста. Наносеребро может нарушать функционирование иммунной системы и приводить к отклонениям от нормы в процессах экспрессии генов

Неблагоприятные последствия

Изменение свойств материала посредством его превращения в наноразмерные частицы может **усилить его воздействие на здоровье человека и состояние окружающей среды**



Области применения

Уникальные **механические, магнитные, электрические и оптические** свойства наноматериалов обеспечивают нескончаемые возможности их прикладного применения в фармацевтике, биомедицине, электронике и при создании материалов с заданными свойствами

Наносеребро широко применяется в различной продукции, например, в текстильных изделиях, средствах личной гигиены и ухода за здоровьем, медицинских приборах и продуктах питания, по причине его противомикробных свойств

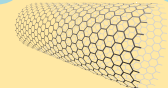
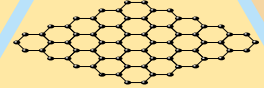
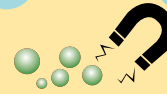
Наноалмазы используются в целях биомедицинской визуализации по причине своих люминесцентных свойств, высокой химической инертности и биосовместимости

Благодаря своим магнитным свойствам **наночастицы оксида железа** весьма перспективны с точки зрения целенаправленной доставки лекарственных средств в нужное место при лечении злокачественных опухолей, диагностической визуализации в медицине и очистки воды от примесей мышьяка

Похожая на футбольный мяч структура из 60 атомов углерода, известная под названием **бакиминстерфуллерен (C₆₀)** или бакибол, потенциально может использоваться для лечения дистрофии костной и хрящевой тканей, а также скелетно-мышечных нарушений и расстройств костного мозга

Углеродная нанотрубка — это лист углерода толщиной в один атом, свернутый в бесшовный цилиндр. Она в 117 раз прочнее стали того же диаметра и проводит электрический ток лучше меди.

Углеродные нанотрубки широко используются в литий-ионных аккумуляторах, легковесных лопатках турбин и кабелях для передачи данных. Области потенциального применения включают культивирование и регенерацию тканей организма, а также использование в качестве биомаркеров злокачественных опухолей.

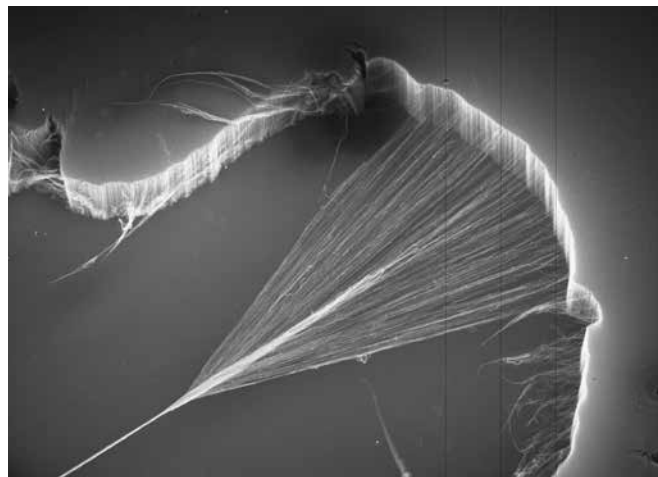


отличаются большей теплопроводностью по сравнению с алмазами. Углеродные нанотрубки широко используются в литий-ионных аккумуляторах для портативных компьютеров и мобильных телефонов, легковесных лопатках турбин ветрогенераторов, лодочных корпусах, кабелях для передачи данных, а также биодатчиках и медицинских устройствах.¹⁹ В мировом масштабе производственные мощности для изготовления углеродных нанотрубок в коммерческих целях в настоящее время превышают несколько тысяч тонн в год.

По мере того, как специально разработанные наноматериалы заменяют более традиционные материалы в повседневной используемой продукции, жизненно важно располагать знаниями о вредных последствиях использования таких материалов. Если мы хотим реализовать потенциал наноматериалов в полном объеме, мы также должны предвидеть их воздействие на состояние окружающей среды и здоровье человека; в ином случае мы подвергаем себя риску столкнуться с куда большими опасностями в будущем.²⁰

Изменение свойств материала посредством его превращения в наноразмерные частицы может усилить его воздействие на состояние окружающей среды и здоровье человека. В случае наносеребра, его токсичность может стать причиной аргироза, в результате которого кожа навсегда приобретет металлический синеватый оттенок; воспаления дыхательных путей; перестройки функций органов тела и нарушений в иммунной системе, а также экспрессии генов.^{12, 21, 22} Подверженность воздействию наночастиц серебра может приводить к стрессовым реакциям и изменениям генома бактерий, что может вносить свой вклад в развитие генов устойчивости к противомикробным веществам.^{12, 23} Двуокиси кремния и титана могут стать причиной воспаления дыхательных путей.²⁴

Одновременно с непрерывным открытием новых биомедицинских и терапевтических применений фуллеренов, включая бакиболы C_{60} , эти поразительные наноматериалы также исследуются на предмет потенциальных последствий их воздействия на клетки, экспрессию генов, иммунную функцию, метаболизм и фертильность.²⁵ Углеродные нанотрубки и углеродные нановолокна демонстрируют свою способность повреждать кожу и ткани глаза, легких и мозга и накапливаться в теле человека.^{26, 27}

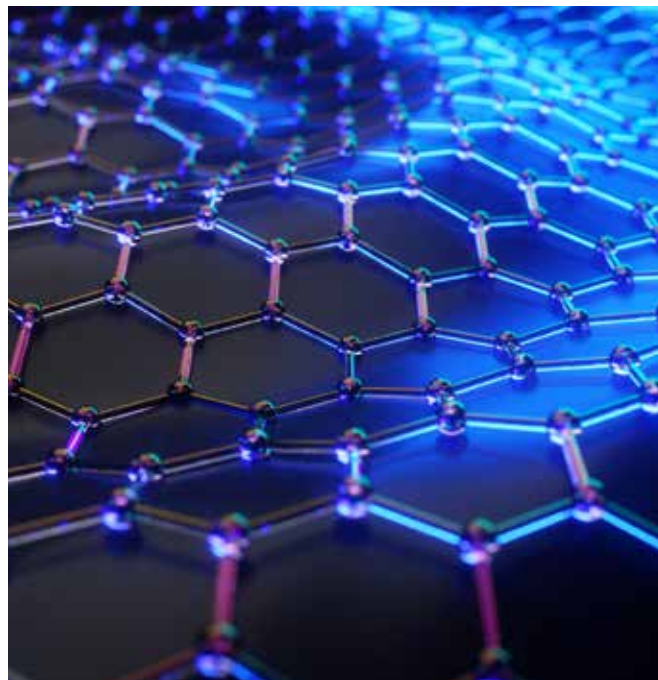


Углеродные нанотрубки в процессе свивания пряжи

Фотография предоставлена: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)



Видеоматериал: Графен – материал будущего



Видеоматериал доступен по адресу:

<https://www.youtube.com/watch?v=TFo2xShvtj0>

Фотография предоставлена: Olive Tree/Shutterstock.com

© DW Tomorrow Today



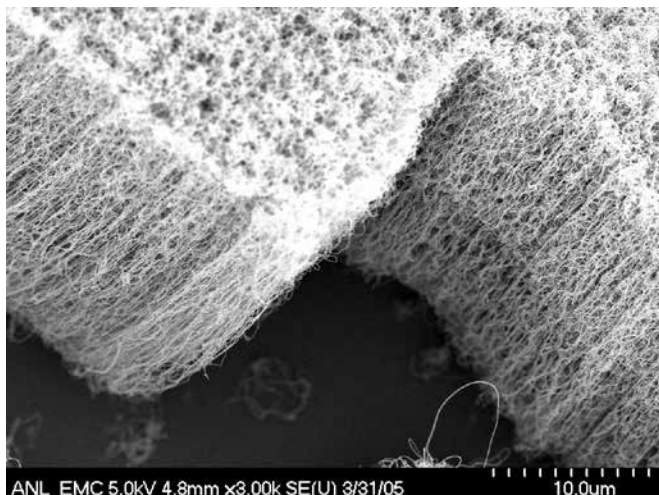
Подверженность воздействию специально разработанных наноматериалов на состояние окружающей среды и здоровье человека

Согласно прогнозам, мировой рынок нанотехнологий будет расти темпами порядка 18 процентов в год, и к 2025 году его объем составит примерно 174 миллиарда долларов США.²⁸ Увеличение производства и использования специально разработанных наноматериалов в различных отраслях промышленности, вероятно, приведет к их непреднамеренному высвобождению в окружающую среду в любой момент на протяжении жизненного цикла продукции.³⁹ Например, наносеребро из одежды и тканей высвобождается во время стирки; наночастицы двуоксида титана в красителях и строительных материалах выбрасываются в воздух и воду под воздействием погодных факторов; и углеродные нанотрубки распыляются в воздухе в процессе производства или в результате выщелачивания из выброшенных литий-ионных аккумуляторов и попадают в почву и грунтовые воды.^{19, 30, 31}

Чтобы оценить потенциальные риски для здоровья человека и состояния окружающей среды, критически важно понять условия подверженности воздействию специально разработанных наноматериалов и его неблагоприятные последствия.³² В настоящее время в наличии имеется ограниченное количество исследований, объясняющих, что именно происходит со специально разработанными наноматериалами после их высвобождения в атмосферу, почву, осадочные породы, воду и биоту, включая их поведение, концентрацию, перенос, распределение, преобразования, биологическую усвояемость, биоаккумуляцию в пищевых цепях и биохимические взаимодействия с экологическими сообществами.^{29, 33-36} Напротив, объем знаний

и свидетельств о последствиях токсического воздействия наноматериалов расширяется. Полученные результаты дают основания предположить, что наноматериалы могут становиться причиной широкого спектра неблагоприятных последствий для здоровья человека. Сравнительные исследования токсичности давно известных материалов, частиц и волокон, конфигурация и химические характеристики которых аналогичны свойствам наноматериалов, например асбеста, тонкодисперсных частиц и выхлопных газов, образующихся при сжигании дизельного топлива, позволяют разобраться в потенциальных угрозах здоровью человека в результате подверженности воздействию наноматериалов.³⁷ Более того, то, что нам стало известно из опыта обращения с этими хорошо известными опасными веществами, могло бы также помочь нам лучше подготовиться к воздействию менее изученных наноматериалов.

Установлено, что углеродные нанотрубки обладают характеристиками, аналогичными свойствам волокон асбеста.³⁸ Они имеют иглообразную форму, и как первые, так и вторые не выводятся из организма. Они могут пронзать ткань легких и приводить к их воспалению.³⁹ Свидетельства опасности, которой подвергается здоровье людей, работающих с асбестом, появились еще в 1898 году, когда они были собраны Люси Дин, одной из первых женщин-инспекторов фабричного производства в Великобритании.⁴⁰ Она отметила, что работа с асбестом представляет собой «явную опасность для здоровья рабочих... по причине подтвержденных случаев травмирования бронхов и легких, отнесенных с медицинской точки зрения на счет работы пострадавшего лица по найму».



Выровненные углеродные нанотрубки

Фотография предоставлена: Junbing Yang/Argonne National Laboratory, на условиях лицензии CC BY-NC-SA 2.0



Волокна асбеста при увеличении в 1 500 раз с помощью сканирующего электронного микроскопа

Фотография предоставлена: US Centers for Disease Control and Prevention / John Wheeler / Janice Haney Carr



Работницы, лежащие на асбестовых матрацах, которые они изготовили на фабрике в графстве Ланкашир, Великобритания, сентябрь 1918 года

Фотография предоставлена: © Imperial War Museum (Q 28250)

В 1982 году в телевизионном документальном фильме «Алиса: борьба за жизнь» была показана судьба Алисы Джефферсон, 47-летней женщины, у которой развилась мезотелиома — смертельная форма рака, в результате работы в течение нескольких месяцев на местном заводе по производству асбеста в Великобритании.²⁰ История жизни Алисы оказала мгновенное воздействие на британское общественное мнение. Правительство отреагировало введением нормативных правил лицензирования в отношении использования асбеста, которые понизили предельные уровни подверженности воздействию асбеста. Вскоре за этим последовала схема добровольной маркировки. Давление продолжало нарастать, равно как научно установленные свидетельства эпидемии мезотелиомы в результате подверженности воздействию асбеста в прошлом.⁴¹

Однако использование всех видов асбеста было запрещено в Великобритании только в 1999 году — спустя 101 год после того, как свидетельства вреда начали накапливаться, а тысячи людей умерли по причине асбестоза или связанных с ним злокачественных опухолей. В наши дни по-прежнему прилагаются усилия к тому, чтобы свести к минимуму риск подверженности воздействию асбеста для рабочих, участвующих в реконструкции и текущем ремонте зданий, содержащих асбест.⁴²

Вопрос стоит так: «Какие уроки мы можем извлечь из целого века борьбы за понимание и принятие мер к устранению смертельных опасностей, проистекающих из подверженности воздействию асбеста, при регулировании обращения и обеспечения безопасности наноматериалов в будущем?»

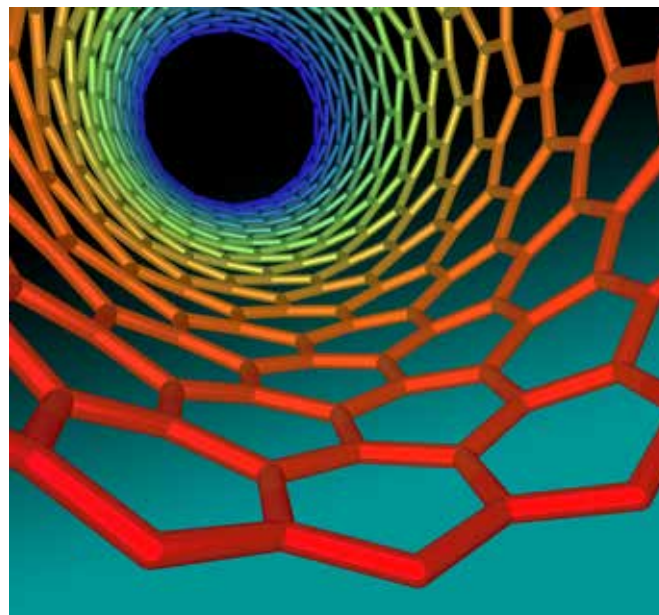
Надлежащие нормативные правила охраны здоровья и экологической безопасности

Из нашего опыта использования асбеста и других опасных материалов нам известно, что перечень потенциальных угроз обширен. С экологической точки зрения, подверженность воздействию специально разработанных наноматериалов неизбежна. Их неблагоприятное воздействие и способность накапливаться могут повлечь за собой значительные последствия для организмов, экосистем и пищевых цепей.^{32, 35, 43, 44} Проникновение этих материалов в ротовую полость, на кожные покровы и в дыхательные пути может приводить к воспалениям и фиброзам, нарушать метаболизм и функционирование органов тела, а также становиться причиной повреждения ДНК и генетической нестабильности.^{22, 26, 45, 46}

Темпы промышленного развития значительно превышают темпы развития нормативно-правовой базы. В отсутствие долгосрочного мониторинга и научной информации о многих аспектах токсичности и токсикологии наноматериалов, конкретные нормативные правила будут появляться медленно, несмотря на нарастающие симптомы потенциальной подверженности воздействию и рисков.⁴⁷



Видеоматериал: Станут ли углеродные нанотрубки очередным асбестом?



Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=6L7xXgWcbrQ> © Museum of Life and Science
Фотография предоставлена: Geoff Hutchison, на условиях лицензии CC BY 2.0



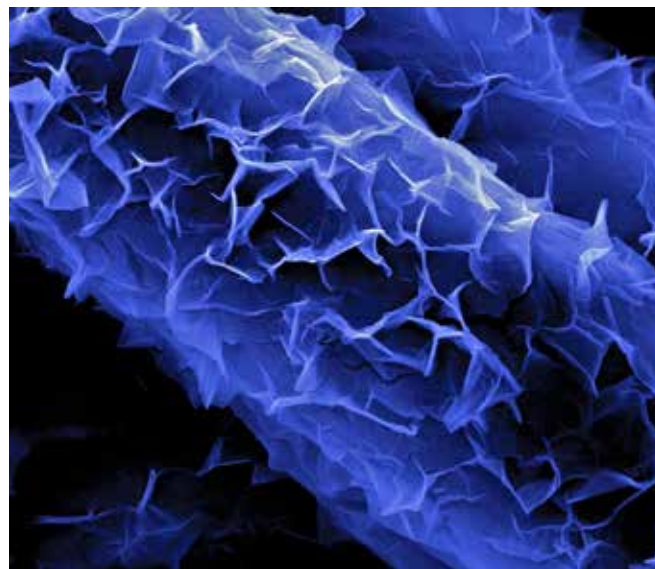
Как и в случае с асбестом, первыми из людей, подвергающихся воздействию наноматериалов, становятся рабочие. Первые из немногих исследований, проведенных в конце 1990-х годов и начале 2000-х годов с целью оценки профессиональной подверженности воздействию углеродных нанотрубок, проложили путь к дальнейшим обследованиям рабочих мест и повлекли за собой принятие в 2007 году первых руководящих принципов ИСО по характеристике профессиональной подверженности воздействию наноаэрозолей.^{48, 49}

На основе исследований состояния животных, подвергнутых воздействию углеродных нанотрубок и углеродных нановолокон Национальный институт по охране труда и промышленной гигиене (США) счел установленные факты возникновения воспаления легких, гранулем и фиброза у экспериментальных животных достаточно значимым основанием для начала работы по установлению рекомендуемого предельно допустимого уровня воздействия.²² Организация экономического сотрудничества и развития приступила к реализации многолетних программ получения токсикологических данных по широкому кругу наноматериалов с целью внесения поправок в существующие руководящие принципы их испытаний производителями.⁵⁰

По причине широкой сферы применений регулирующим органам необходимо полагаться на существующие нормативно-правовые акты, регулирующие такие области, как химические вещества, фармацевтические препараты, косметика, продукты питания, загрязнение окружающей среды, отходы и маркировка, с целью включения в них положений, относящихся к наноматериалам.⁵¹ Однако, наряду с этим существуют проблемы, связанные с применением действующих нормативных механизмов в отношении наноразмерных материалов.⁴⁷ Например, уменьшение размера частиц материала может не повлечь за собой какой-либо необходимости пересмотра существующих нормативных правил или законодательства в случае, если наноразмерные и крупнозернистые материалы состоят из одного и того же химического вещества. Или же, некоторые товары широкого потребления не подпадают под требования безопасности и могут выводиться на рынок без проведения испытаний.

В Европейском союзе Регламент по регистрации, оценке, разрешению и ограничению химических веществ (РОРОХВ) используется для обеспечения того, чтобы здоровье человека и безопасность окружающей среды не ставились под угрозу в результате планируемого производства и сбыта какого-либо химического вещества в пределах ЕС. От компаний требуется регистрировать химические вещества, которые они намереваются производить и выставлять на продажу, и, на основании конкретных руководящих принципов РОРОХВ, продемонстрировать, каким образом риски, связанные с такими веществами, могут управляться в интересах охраны здоровья человека и безопасности окружающей среды.^{52, 53}

На глобальном уровне, в рамках политического механизма осуществления Стратегического подхода к международному



Углеродно-графеновые нановолокна с иерархически упорядоченной оболочкой
Фотография предоставлена: Ranjith Shanmugam / ZEISS Microscopy, на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0

регулированию химических веществ (СПМРХВ) при административном руководстве Программы ООН по окружающей среде, наноматериалы являются одним из возникающих вопросов политики. В этом плане ведется работа с правительствами и международными заинтересованными сторонами по обмену информацией о нанотехнологиях и специально разработанных наноматериалах, а также по разработке международно применимых технических и правовых руководящих принципов рационального регулирования произведенных наноматериалов.⁵⁴

В ходе работы по новым технологиям регулирующие органы сталкиваются с тем или иным сочетанием многообещающих перспектив, рисков и факторов неопределенности.⁵⁵ Расширение сферы научных исследований, производства и использования специально разработанных наноматериалов в мировом масштабе потребует принятия преобразующих политических курсов, направленных на стимулирование инноваций и промышленных применений экологически безопасных химических веществ, а также создание более требовательных, циклически повторяющихся и реагирующих на изменение обстановки нормативных механизмов, применяющих принцип предосторожности для гарантированного обеспечения безопасности и достижения конечных результатов без загрязнения окружающей среды. Мир не может позволить себе игнорировать извлеченные из прошлого уроки в отношении рисков и ущерба, причиненного здоровью человека и состоянию окружающей среды, принимая меры в связи с перспективными возможностями, которые создаются новыми материалами.

Список использованной литературы

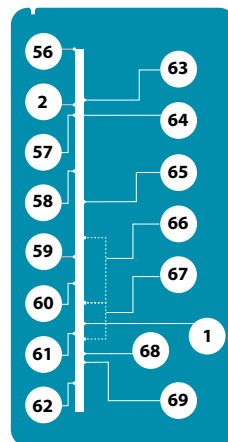
- Nobel Media AB (2016). *The Nobel Prize in Chemistry 2016 - Popular Information*. Nobel Prize website. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2016/popular.html
- ЮНЕП (2007). *Ежегодник ГЭП: Обзор изменений состояния окружающей среды*. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Найроби. http://staging.unep.org/yearbook/2007/PDF/GYB2007_Russian_Full.pdf
- ЮНЕП (2010). *Ежегодник ЮНЕП: Последние научные данные и разработки в области изменения окружающей среды*. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Найроби. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7822/-UNEP%20Year%20Book%202010-2010917-russian.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- UNEP (2013). *UNEP Year Book: Emerging Issues in Our Global Environment*. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://staging.unep.org/yearbook/2013/>
- Hochella Jr., M.F., Spencer, M.G. and Jones, K.L. (2015). Nanotechnology: nature's gift or scientists' brainchild? *Environmental Science: Nano*, 2, 114-119. <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/EN/C4EN00145A>
- Sharma, V.K., Filip, J., Zboril, R. and Varma, R.S. (2015). Natural inorganic nanoparticles – formation, fate and toxicity in the environment. *Chemical Society Reviews*, 44, 8410-8423. <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/CS/C5CS00236B>
- Pavani, T., Venkateswara Rao, K., Chakra, Ch. S. and Prabhu, Y.T. (2015). Ayurvedic synthesis of γ -Fe₂O₃ nanoparticles and its Characterization. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 5(1), 321-324. <http://inpressco.com/wp-content/uploads/2015/02/Paper57321-324.pdf>
- Sumithra, M., Raghavendra, Rao, P., Nagaratnam, A. and Aparna, Y. (2015). Characterization of SnO₂ Nanoparticles in the Traditionally Prepared Ayurvedic Medicine. *Materials Today: Proceeding*, 2(9), Part A., 4636-4639. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785315009074>
- Reibold, M., Paufler, P., Levin, A.A., Kochmann, W., Pätzke, N. and Meyer, D.C. (2006). Materials: Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre. *Nature*, 444(7117), 286. <https://www.nature.com/nature/journal/v444/n7117/pdf/444286a.pdf>
- Sanderson, K. (2006). Sharpest cut from nanotube sword. *Nature News*, 15 November 2006. <http://www.nature.com/news/2006/061113/full/news061113-11.html>
- JASRI (2012). Clarifying the hidden magnetism of gold (Au). Press Release, 23 January 2012. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, Kouto. http://www.spring8.or.jp/en/news_publications/press_release/2012/120123_2/
- SCENIHR (2013). *Opinion on Nanosilver: safety, health and environmental effects and role in antimicrobial resistance*. The Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks of the European Union, Luxembourg. http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_039.pdf
- Mochalin, V.N., Shenderova, O., Ho, D. and Gogotsi, Y. (2011). The properties and applications of nanodiamonds. *Nature Nanotechnology*, 7, 11-23. <https://www.nature.com/nnano/journal/v7/n1/pdf/nnano.2011.209.pdf>
- Xi, G., Robinson, E., Mania-Farnell, B., Vanin, E.F., Shim, K.W., Takao, T., Allender, E.V., Mayani, C.S., Soares, M.B., Ho, D. and Tomita, T. (2014). Convection-enhanced delivery of nanodiamond drug delivery platforms for intracranial tumor treatment. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 10(2),381-391. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23916888>
- Bačakova, L., Brož, A., Liškova, J., Staňkova, L., Potocký, S. and Kromka, A. (2016). The Application of Nanodiamond in Biotechnology and Tissue Engineering. In *Diamond and Carbon Composites and Nanocomposites*, M. Aliofkhaizraei (ed.). InTech, Rijeka. <https://www.intechopen.com/download/pdf/51099>
- Waddington, D.E.J., Sarracanie, M., Zhang, H., Salameh, N., Glenn, D.R., Reij, E., Gaebel, T., Boele, T., Walsworth, R.L., Reilly, D.J. and Rosen, M.S. (2017). Nanodiamond-enhanced MRI via in situ hyperpolarization. *Nature Communications*, 15118. http://walsworth.physics.harvard.edu/publications/2017_Waddington_NatureComm.pdf
- Gao, L., and Yan, X. (2016). Nanozymes: an emerging field bridging nanotechnology and biology. *Science China: Life Science*, 59, 400–402. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11427-016-5044-3.pdf>
- Aqel, A., El-Nour, K.M.M.A., Ammar, R.A.A. and Al-Warthan, A. (2010). Carbon nanotubes, science and technology part (I) structure, synthesis and characterisation. *Arabian Journal of Chemistry*, 5, 1–23. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535210001747>
- De Volder, M.F.L., Tawfik, S. H., Baughman, R. H. and Hart, A. J. (2013). Carbon nanotubes: Present and future commercial applications. *Science*, 339(6119), 535-539. <http://science.sciencemag.org/content/339/6119/535/tab-pdf>
- EEA (2001). *Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000*. EEA Report No. 22. European Environment Agency, Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2001_22/Issue_Report_No_22.pdf
- De Jong, W.H., Van Der Ven, L.T.M., Sleijffers, A., Park, M.V.D.Z, Jansen, E.H.J.M., Van Loveren, H. and Vandebriel, R.J. (2013). Systemic and immunotoxicity of silver nanoparticles in an intravenous 28 days repeated dose toxicity study in rats. *Biomaterials*, 34, 8333-8343. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961213007631>
- Johnston, H.J., Hutchison, G., Christensen, F.M., Peters, S., Hankin, S. and Stone, V. (2010). A review of the in vivo and in vitro toxicity of silver and gold particulates: Particle attributes and biological mechanisms responsible for the observed toxicity. *Critical Reviews in Toxicology*, 40(4), 328-346. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/10408440903453074?journalCode=itxc20>
- Graves Jr., J.L., Tajkariimi, M., Cunningham, Q., Campbell, A., Nonga, H., Harrison, S.H. and Barrick, J.E. (2015). Rapid evolution of silver nanoparticles resistance in *Escherichia coli*. *Frontiers in Genetics*, 6(42), 1-13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4330922/pdf/fgene-06-00042.pdf>
- Weir, A., Westerhoff, P., Fabricius, L., Hristovski, K. and von Goetz, N. (2012). Titanium dioxide nanoparticles in food and personal care products. *Environmental Science and Technology*, 46(4):2242-2250. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es204168d>



25. Aschberger, K., Johnston, H.J., Stone, V., Aitken, R.J., Tran, C.L., Hankin, S.M., Peters, S.A. and Christensen, F.M. (2010). Review of fullerene toxicity and exposure—appraisal of a human health risk assessment, based on open literature. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 58, 455–473. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20800639>
26. NIOSH (2013). *Occupational Exposure to Carbon Nanotubes and Nanofibers*. Current Intelligence Bulletin 65. The Centers for Disease Control/ The National Institute for Occupational Safety and Health, Atlanta. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-145/pdfs/2013-145.pdf>
27. Oberdörster, E. (2004). Manufactured Nanomaterials (Fullerenes, C₆₀) Induce Oxidative Stress in the Brain of Juvenile Largemouth Bass. *Environmental Health Perspectives*, 112(10), 1058–1062. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1247377/pdf/ehp0112-001058.pdf>
28. Business Wire (2016). Global Nanotechnology Market Worth USD 173.95 Billion by 2025 - Analysis, Technologies & Forecasts Report 2016-2025 - Key Vendors: Acusphere, Glonatech, Isotron - Research and Markets. *Business Wire*, 28 September 2016. <http://www.businesswire.com/news/home/20160928005566/en/Global-Nanotechnology-Market-Worth-USD-173.95-Billion>
29. Lowry, G.V., Bernhardt, E.S., Dionysiou, D.D., Pedersen, J.A., Wiesner, M.R. and Xing, B. (2010). Environmental Occurrences, Behavior, Fate, and Ecological Effects of Nanomaterials: An Introduction to the Special Series. *Journal of Environmental Quality*, 39, 1867–1874. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21284284>
30. Geranio, L., Heuberger, M. and Nowack, B. (2009). The behavior of silver nanotextiles during washing. *Environmental Science and Technology*, 43(21), 8113–8118. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es9018332>
31. Shandilya, N., Le Bihan, O., Bressot, C. and Morgener, M. (2015). Emission of Titanium Dioxide Nanoparticles from Building Materials to the Environment by Wear and Weather. *Environmental Science and Technology*, 49, 2163–2170. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es504710p>
32. Gottschalk, F. and Nowack, B. (2011). The release of engineered nanomaterials to the environment. *Journal of Environmental Monitoring*, 13, 1145–1155. https://www.researchgate.net/profile/Bernd_Nowack/publication/50349175_The_release_of_engineered_nanomaterials_to_the_environment/links/54c75fc30cf238bb7d0a7d1a/The-release-of-engineered-nanomaterials-to-the-environment.pdf
33. Batley, G.E., Kirby, J.K. and McLaughlin, M.J. (2012). Fate and risks of nanomaterials in aquatic and terrestrial environments. *Accounts of Chemical Research*, 46(3), 854–862. https://www.researchgate.net/publication/228113803_Fate_and_Risks_of_Nanomaterials_in_Aquatic_and_Terrestrial_Environments
34. Gardea-Torresdey, J.L., Rico, C.M. and White, J.C. (2014). Trophic Transfer, Transformation, and Impact of Engineered Nanomaterials in Terrestrial Environments. *Environmental Science & Technology*, 48(5), 2526–2540. <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es4050665>
35. Garner, K.L. and Keller, A.A. (2014). Emerging patterns for engineered nanomaterials in the environment: a review of fate and toxicity studies. *Journal of Nanoparticle Research*, 16, 2503. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-1051-014-2503-2.pdf>
36. Peijnenburg, W. J. G. M.; Baalousha, M.; Chen, J.; Chaudry, Q.; Von der kammer, F.; Kuhlbusch, T. A. J.; Lead, J.; Nickel, C.; Quik, J. T. K.; Renker, M.; Wang, Z.; Koelmans, A. A. A Review of the Properties and Processes Determining the Fate of Engineered Nanomaterials in the Aquatic Environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 45, 2084–2134. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10643389.2015.1010430>
37. Xia, T., Li, N. and Nel, A.E. (2009). Potential Health Impact of Nanoparticles. *The Annual Review of Public Health*, 30, 137–50. <http://annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.publhealth.031308.100155>
38. Poland, C.A., Duffin, R., Kinloch, I., Maynard, A., Wallace, W.A., Seaton, A., Stone, V., Brown, S., Macnee, W. and Donaldson K. (2008). Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. *Nature Nanotechnology*, 3, 423–428. <http://www.nature.com/nnano/journal/v3/n7/pdf/nnano.2008.111.pdf>
39. Nagai, H. and Toyokuni, S. (2012). Differences and similarities between carbon nanotubes and asbestos fibers during mesothelial carcinogenesis: Shedding light on fiber entry mechanism. *Cancer Science*, 103(8), 1378–1390. https://www.researchgate.net/publication/224924547_Differences_and_similarities_between_carbon_nanotubes_and_asbestos_fibers_during_mesothelial_carcinogenesis_Shedding_light_on_fiber_entry_mechanism
40. Deane, L. (1898). *Report on the health of workers in asbestos and other dusty trades*. In HM Chief Inspector of Factories and Workshops, 1899, Annual Report for 1898, 171–172.
41. Peto, J., Hodgson, J.T., Matthews, F.E. and Jones, J.R. (1995). Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. *The Lancet*, 345(8949), 535–539. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7776771>
42. HSE (2017). Asbestos health and safety. The Health and Safety Executive website. <http://www.hse.gov.uk/asbestos/index.htm>
43. Delay, M. and Frimmel, F.H. (2012). Nanoparticles in aquatic systems. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 402(2), 583–592. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-111-5443-z.pdf>
44. Du, J., Wang, S., You, H. and Zhao, X. (2013). Understanding the toxicity of carbon nanotubes in the environment is crucial to the control of nanomaterials in producing and processing and the assessment of health risk for human: A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 36, 451–462. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/23770455/>
45. Schulte, P.A., Roth, G., Hodson, L.L., Murashov, V., Hoover, M.D., Zumwalde, R., Kuempel, E.D., Geraci, C.L., Stefaniak, A.B., Castranova, V. and Howard, J. (2016). Taking stock of the occupational safety and health challenges of nanotechnology: 2000–2015. *Journal of Nanoparticle Research*, 18, 1–21. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5007006/pdf/nihms812231.pdf>
46. Trouiller, B., Reliene, R., Westbrook, A., Solaimani, P. and Schiestl, R.H. (2009). Titanium dioxide nanoparticles induce DNA damage and genetic instability in vivo in mice. *Cancer Research*, 69(22), 8784–8789. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19887611>
47. Seaton, A., Tran, L., Aitken, R. and Donaldson, K. (2010). Nanoparticles, human health hazard and regulation. *Journal of The Royal Society Interface*, 7, S119–S129. http://rsif.royalsocietypublishing.org/content/7/Suppl_1/S119.long

48. Kuhlbusch, T.A.J., Asbach, C., Fissan, H., Göhler, D. and Stintz, M. (2011). Nanoparticle exposure at nanotechnology workplaces: A review. *Particle and Fibre Toxicology*, 8(22), 1-18. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3162892/pdf/11743-8977-8-22.pdf>
49. ISO (2007). ISO/TR 27628:2007 Workplace atmospheres - Ultrafine, nanoparticle and nano-structured aerosols - Inhalation exposure characterization and assessment. International Organization for Standardization, Geneva. <https://www.iso.org/standard/44243.html>
50. OECD (2016). *Single walled carbon nanotubes (SWCNTs): Summary of the dossier*. OECD Environment, Health and Safety Publications – Series on the safety of manufactured nanomaterials No.70. The Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2016\)22&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2016)22&doclanguage=en)
51. Charitidis, C.A., Trompeta, A.F., Vlachou, N. and Markakis, V. (2016). Risk management of engineered nanomaterials in EU-The case of carbon nanotubes and carbon nanofibers: A review. *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 41(1), 1-11. https://www.jstage.jst.go.jp/article/tmrj/41/1/41_1/_pdf
52. OECD (2016). *Single walled carbon nanotubes (SWCNTs): Summary of the dossier*. OECD Environment, Health and Safety Publications – Series on the safety of manufactured nanomaterials No.70. The Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2016\)22&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2016)22&doclanguage=en)
53. OECD (2017). Alternative testing strategies in risk assessment of manufactured nanomaterials: current state of knowledge and research needs to advance their use. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 80. The Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO\(2016\)63&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO(2016)63&doclanguage=en)
54. UN Environment (2017). Strategic Approach to International Chemicals Management website. UN Environment, Geneva. <http://www.saicm.org/>
55. Hamburg, M.A. (2012). FDA's approach to regulation of products of nanotechnology. *Science*, 336(6079), 299-300. <http://science.sciencemag.org/content/336/6079/299>

Список использованных графических материалов



56. Alden, A. (2017). All About Sediment Grain Size. *ThoughtCo*, 5 June 2017. <https://www.thoughtco.com/all-about-sediment-grain-size-1441194>
57. Walker, W.F., Yatskievych, G., Mickel, J.T., and Wagner, W. (2016). Fern. *Encyclopædia Britannica*, 18 October 2016. <https://www.britannica.com/plant/fern/Shape>
58. Du, N., Liu, X.Y., Narayanan, J., Li, L., Lek, M., Lim, M. and Li, Q. (2006). Design of Superior Spider Silk: From Nanostructure to Mechanical Properties. *Biophysical Journal*, 91(12), 4528-4535. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000634950672164658>
59. Aleksandrowicz, P., Marzi, A., Biedenkopf, N., Beimforde, N., Becker, S., Hoenen, T., Feldmann, H. and Schnittler, H.J. (2011). Ebola virus enters host cells by macropinocytosis and clathrin-mediated endocytosis. *Journal of Infectious Diseases*, Supplement 3, S957-S967. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21987776>
60. WHO (2000). *Air quality guidelines for Europe—Second edition*. WHO Regional Publication, European Series No. 91. World Health Organization, Copenhagen. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf
61. Nano.gov (2017). Size of the nanoscale. United States National Nanotechnology Initiative. <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/nano-size>
62. D'Arrigo, J.S. (1978). Screening of membrane surface charges by divalent cations: an atomic representation. *American Journal of Physiology*, 235(3), C109-117. <http://bionumbers.hms.harvard.edu/bionumber.aspx?id=103723&ver=0>
63. Yes Paper (2017). Paper glossary. Yes Paper. <http://www.yes-paper.com/index.php?yespaper=yespaper-paper-glossary>
64. FOA (2015). Guide to fiber optics and premises cabling. The Fiber Optic Association. <http://www.thefoa.org/tech/ref/basic/fiber.html>



65. UNEP (2015). Plastic in cosmetics: Are we polluting the environment through our personal care? United Nations Environment Programme, Nairobi. http://apps.unep.org/redirect.php?file=/publications/pmtdocuments/-Plastic_in_cosmetics_Are_we_polluting_the_environment_through_our_personal_care_-2015Plas.pdf
66. Athinarayanan, J., Periasamy, V.S., Alsaif, M.A., Al-Warthan, A.A. and Alshatwi, A.A. (2014). Presence of nanosilica (E551) in commercial food products: TNF-mediated oxidative stress and altered cell cycle progression in human lung fibroblast cells. *Cell Biology and Toxicology*, 30, 89-100. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10565-014-9271-8.pdf>
67. Webb, B. (2006). Quantum dots. <http://ion.chem.usu.edu/~tapaskar/Britt-Quantum%20Dots.pdf>
68. Khan, I., Saeed, K. and Khan, I. (2017). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry* (in press). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535217300990>
69. Locke, W. (1996). Buckminsterfullerene, C_{60} . <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/buckyball/c60a.htm>
70. Allied Market Research (2016). Nanomaterials Market by Type (Carbon Nanotubes, Fullerenes, Graphene, Nano Titanium Dioxide, Nano Zinc Oxide, Nano Silicon Dioxide, Nano Copper Oxide, Nano Cobalt Oxide, Nano Iron Oxide, Nano Manganese Oxide, Nano Zirconium Oxide, Nano Silver, Nano Gold, Nano Nickel, Quantum Dots, Dendrimers, Nanoclay, Nanocellulose) and End-user - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2014-2022. Allied Market Research website. <https://www.alliedmarketresearch.com/nano-materials-market>
71. Nicomel, N.R., Leus, K., Folsens, K., Van Der Voort, P. and Laing, G.D. (2016). Technologies for Arsenic Removal from Water: Current Status and Future Perspectives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(62), 1-24. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4730453/pdf/ijerph-13-00062.pdf>
72. Wu, W., Wu, Z., Yu, T., Jiang, C. and Kim, W.S. (2015). Recent progress on magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, surface functional strategies and biomedical applications. *Science and Technology of Advanced Materials*, 16, 023501. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1468-6996/16/2/023501/pdf>
73. Kostarelos, K. and Novoselov, K.S. (2014). Graphene devices for life. *Nature Nanotechnology*, 9, 744-745. <http://www.nature.com/nnano/journal/v9/n10/full/nnano.2014.224.html>



74. Liu, Q., Cui, Q., Li, X.J. and Jin, L. (2014). The applications of buckminsterfullerene C_{60} and derivatives in orthopaedic research. *Connective Tissue Research*, 55(2), 71-79. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4124742/pdf/nihms608096.pdf>
75. Chang, C.C., Hsu, I.K., Aykol, M., Hung, W.H., Chen, C.C. and Cronin, S.B. (2010). A new lower limit for the ultimate breaking strain of carbon nanotubes. *ACS Nano*, 4(9), 5095-5100. <https://pdfs.semanticscholar.org/d072/eaf8c9c9c1730bb211346ac2d1902da369fe.pdf>
76. Eatemadi, A., Daraee, H., Karimkhanloo, H., Kouhi, M., Zarghami, N., Akbarzadeh, A., Abasi, M., Hanifehpour, Y. and Joo, S.W. (2014). Carbon nanotubes: properties, synthesis, purification, and medical applications. *Nanoscale Research Letters*, 9(393), 1-13. <https://neuraldevelopment.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1556-276X-9-393?site=neuraldevelopment.biomedcentral.com>



Фотография предоставлена: Brent Barnes / Shutterstock.com

Морские природоохранные зоны: обеспечение эффективного использования во имя устойчивого развития

Ухудшающееся здоровье океанов: растущий спрос на приносимые ими блага

Наши океаны находятся под слишком значительной нагрузкой, порождаемой слишком многими видами деятельности человека, в течение слишком многих лет. Сегодня они сталкиваются с комплексным сочетанием экологических, социальных и экономических воздействий. Чрезмерный вылов рыбы и другие виды добывающей деятельности, освоение прибрежной зоны, загрязнение морской среды и туризм наносят ущерб жизненно важным естественным местам обитания и сокращают численность популяций морских организмов невообразимыми темпами. Эта хорошо документально подтвержденная деградация еще более усугубляется вследствие изменения климата, приводящего к потеплению и закислению океанов, которые порождаются поглощением двуокси углерода из атмосферы.

С 1985 года мы утратили половину коралловых рифов мира.¹ Только за 2016 год 400-мильной полосе Большого барьерного рифа был нанесен серьезный ущерб вследствие обесцвечивания кораллов.² В настоящее время из 600 видов рыбных запасов или субпопуляций рыбы, контролируемых международными исследовательскими учреждениями, 31 процент вылавливается на биологически неустойчивых уровнях, главным образом в результате незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла, а 58 процентов эксплуатируются в полной мере.³ После 49-процентного сокращения численности популяций в рыбных запасах за период 1970–2012 годов наступил непродолжительный период стабильности. Сегодня они снова уменьшаются.⁴ Короче говоря, мы используем ресурсы океана быстрее, чем океанические экосистемы могут восполнить их. Это давно известная разрушительная модель: как только мы извлекаем слишком много ресурсов, ослабленные экосистемы восстанавливаются медленнее. А когда мы возвращаемся, чтобы взять больше, в наличии имеется меньше ресурсов, и становится труднее их извлекать. Итак, мы прилагаем все больше усилий и причиняем все более значительный ущерб. С течением времени данный ресурс истощается — или вымирает.

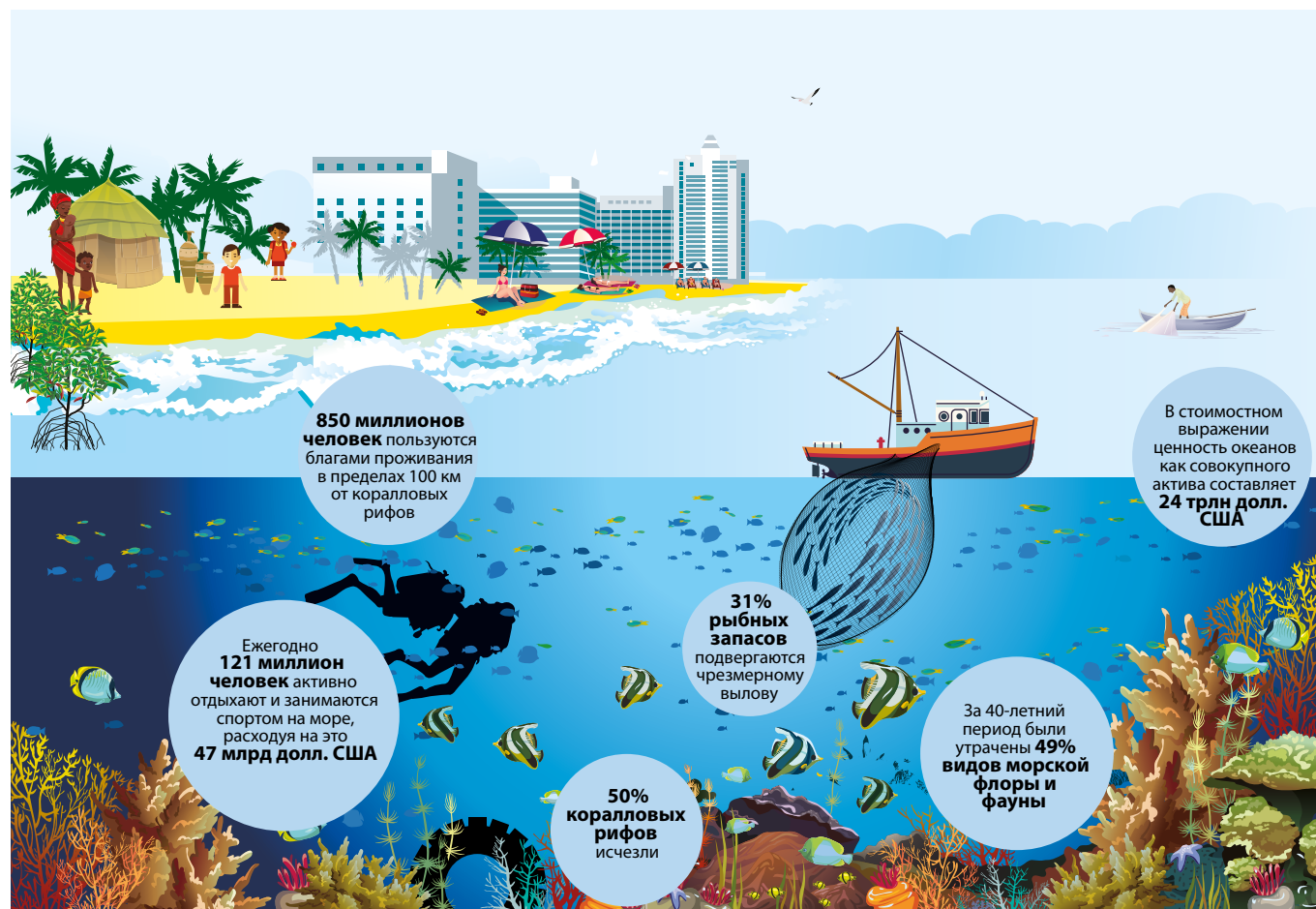


Это — модель социального самовредительства. Жизнь человека зависит от тех благ, которые океаны приносят его здоровью, благосостоянию и экономическому росту. Океанические процессы обеспечивают наличие рыбы, которая является главным источником белка для почти трех миллиардов человек.³ В одном из исследований показано, что ценность наших океанов составляет не менее 24 триллионов долларов США.¹ Если бы океаны стали одной из стран, они были бы эквивалентны седьмой из крупнейших экономик мира.

Морские природоохранные зоны являются одним из наилучших вариантов поддержания или восстановления здорового состояния океана и прибрежных экосистем, особенно в тех случаях, когда они

создаются как составная часть более широкой системы управления.⁵⁻¹⁰ Экологические выгоды проистекают из охраны биологических видов, ареалов обитания и экосистемных функций. Социальные выгоды происходят из вовлечения заинтересованных сторон в процессы планирования и справедливого распределения получаемых благ. Экономические выгоды становятся результатом обеспечения долгосрочного рационального использования природных ресурсов и доходов от туризма. В своем совокупном воздействии они могли бы способствовать достижению многих из 17 Целей устойчивого развития, провозглашенных в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, включая сокращение масштабов нищеты, укрепление продовольственной безопасности и адаптацию к последствиям изменения климата.

На карту поставлена ценность океана и побережий



Расширение морских природоохранных зон

Большинство стран в настоящее время согласны с тем, что к 2020 году нам необходимо поставить под охрану не менее 10 процентов прибрежных и морских районов.¹¹ Это является одной из Айтинских целевых задач в области биоразнообразия и нашло свое отражение в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.^{11, 12}

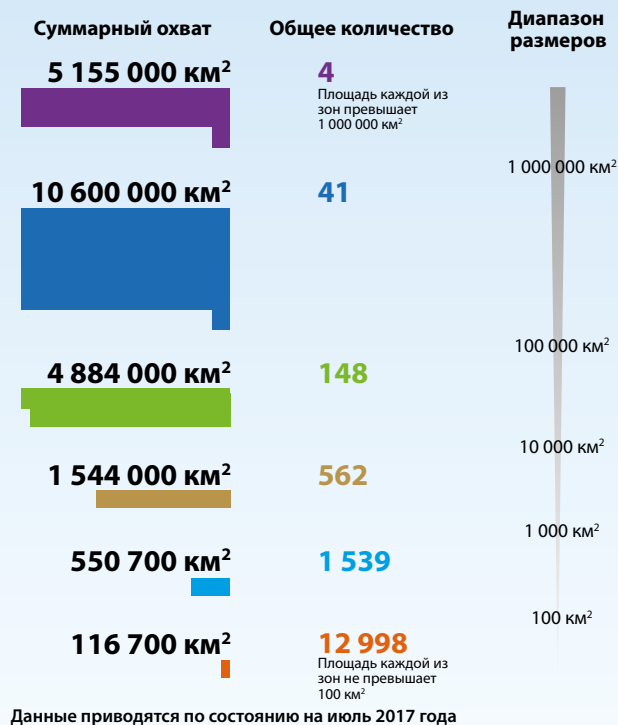
За последние 15 лет их площадь увеличилась на 25 процентов.¹³ К июлю 2017 года были учреждены 15 292 морские природоохранные зоны, охватывающие 5,7 процента площади мирового океана. Согласно оценкам, 14,4 процента прибрежных и морских районов, находящихся под национальной юрисдикцией, определены как природоохранные зоны.¹³ Последнее численное значение дает основания предположить, что в отношении национальных морских акваторий целевой показатель 2020 года достигнут, но реальность несколько сложнее. Она сложнее, поскольку охваченность физических площадей является лишь одной частью обязательства. Нарастает обеспокоенность тем, что самого факта учреждения таких зон недостаточно и что в центре внимания необходимо поставить факторы эффективности.^{14, 15} Имеются определенные свидетельства того, что имеющегося в наличии потенциала в области общего руководства окажется недостаточно для повышения эффективности и достижения запланированных социально-экономических показателей, а также решения задач сохранения биоразнообразия.¹⁶ На сегодняшний день на долю 45 из 15 292 поставленных под охрану акваторий приходится более 72 процентов общей площади морских природоохранных зон.¹³ Эти крупные районы имеют важное значение с точки зрения обеспечения сохранности изолированных и девственных морских экосистем. Однако их размер и отдаленность также вынуждают задаться вопросом об эффективности стратегий управления ими на высоком уровне и ограниченной возможности распределять получаемые блага.¹⁴ Морские природоохранные зоны должны быть средством эффективного сохранения биоразнообразия и *справедливого* распределения соответствующих издержек и выгод. Главное внимание следует уделять как качеству, так и количеству.

Вопросы эффективности относятся не только к очень крупным морским природоохранным зонам. В новом исследовании Программы ООН по окружающей среде — «Создание благоприятных условий для эффективного и справедливого государственного управления морскими природоохранными зонами: руководство по объединению концептуальных подходов» — приводятся результаты анализа руководящих указаний в отношении 34 морских природоохранных зон, находящихся в национальных акваториях.¹⁶ Немногим более чем половине из них был присвоен средний уровень эффективности, указывающий на то, что по некоторым видам воздействия человека меры были приняты в полном объеме, а по другим — частично. Оставшаяся часть была отнесена к категории малоэффективных, означающей, что по некоторым видам воздействия либо были приняты ненадлежащие меры, либо никаких решений не предусматривалось. Дополнительные исследования показали, что в примерно 40 процентах морских природоохранных зон имелись крупные недоработки, что приводило к слабому и неэффективному руководству процессами управления.¹⁷

Недавние тенденции в глобальном охвате морскими природоохранными зонами



Распределение по размеру



Источник данных: Всемирный центр мониторинга охраны природы Программы ООН по окружающей среде



Улучшение общего руководства повышает эффективность морских природоохранных зон

Чтобы морские природоохранные зоны стали по-настоящему эффективными, управление ими нуждается в надлежащем общем руководстве, оказывающем влияние на поведение человека и снижающем различные виды воздействия на экосистему. Подход должен быть всеохватным, стимулирующим чувство ответственности за результаты управления, что позволяет продемонстрировать социально-экономические и экологические выгоды сообществам пользователей.

Поскольку наши моря представляют собой сложные для понимания экологические системы, которые лежат в основе комплексных социальных и экономических взаимоотношений, максимально возможное повышение эффективности природоохранных акваторий может оказаться ресурсоемким. Зачастую требующие решения проблемы включают отсутствие знаний, политической воли, поддержки со стороны общин и финансовых ресурсов для капиталовложений. Слишком часто морские природоохранные зоны рассматриваются как объект краткосрочных затрат в начальный период и не воспринимаются как долгосрочные капиталовложения, приносящие значительные социально-экономические и экологические выгоды. В каждой из МПЗ требуется решать различные проблемы, но пользователи морских ресурсов с меньшей вероятностью будут попираить правила и нормативно-правовые акты, если они будут вовлечены в процесс обсуждений и принятия решений.

В ходе дебатов по вопросам охраны морской среды ставится вопрос о наилучшем или правильном пути совершенствования общего руководства, в центре которого находятся три подхода. Каждый из них имеет свои недостатки. Руководство сверху вниз концентрируется на нормативных правилах, устанавливаемых правительственными ведомствами. В данном случае может отсутствовать подключение местных общин, что понизит готовность к тесному сотрудничеству. Руководство снизу вверх сосредоточено на ограничениях, согласованных на местах, которые люди будут с готовностью соблюдать. Здесь может не хватать обеспеченности правовой санкцией, сдерживающей вновь прибывающих пользователей. Рыночный подход к общему руководству ориентирован на реализацию экономических начинаний, призванных принести финансовую выгоду, например, путем предоставления местным общинам альтернативных источников средств к существованию и имущественных прав. Этот подход может препятствовать решению природоохранных задач в результате нарушения порядка сотрудничества на местах и причинения дополнительного ущерба окружающей среде.

Научные исследования вопроса об эффективности морских природоохранных зон свидетельствуют о том, что при сосредоточенности только на одной из концепций общего руководства может быть скомпрометирована сама идея природоохранной деятельности. Вместо этого следует осуществлять комплексный подход, объединяющий функции национальных правительств, местных общин и рыночных механизмов.^{16, 18} Относительная важность каждой функции будет зависеть от поведенческой модели, подлежащей регулированию, и более широкого экологического, социально-экономического и политического контекста.




Айтинская целевая задача в области биоразнообразия № 11
К 2020 году не менее 10 процентов прибрежных и морских районов, и в частности районов, имеющих особо важное значение для сохранения биоразнообразия и обеспечения экосистемных услуг, сохраняются за счет эффективного и справедливого управления, существования экологически репрезентативных и хорошо связанных между собой систем охраняемых районов и применения других природоохранных мер на порайонной основе и включения их в более широкие морские ландшафты



ЦЕЛИ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
14 СОХРАНЕНИЕ МОРСКИХ РЕСУРСОВ

Целевая задача 14.2
К 2020 году обеспечить рациональное использование и защиту морских и прибрежных экосистем с целью предотвратить значительное отрицательное воздействие, в том числе путем повышения стойкости этих экосистем, и принять меры по их восстановлению




Целевая задача 14.5
К 2020 году охватить природоохранными мерами по крайней мере 10 процентов прибрежных и морских районов в соответствии с национальным законодательством и международным правом и на основе наилучшей имеющейся научной информации

Видеоматериал: Как следует выбирать заповедные морские акватории



Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.openchannels.org/videos/how-choose-marine-reserves>
© Hugh Possingham/Jennifer McGowan, University of Queensland

Объединение концепций общего руководства на практике

Остров Чумбе, Танзания	Бухта Блуфилдс, Ямайка	Морской парк Большого барьерного рифа, Австралия
		
<p>Морская природоохранная зона в частном владении:</p>	<p>Морская природоохранная зона, созданная силами местной общины:</p>	<p>Многоцелевая природоохранная зона:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • В основном финансируется за счет реализации инициатив в сфере экотуризма • Высокое соотношение между численностью персонала и туристов с целью создания большого количества рабочих мест, 95% штатных сотрудников — танзанийцы • Тесное сотрудничество с Министерством рыболовства Танзании в целях применения штрафных санкций при поддержке со стороны местных смотрителей, рыбаков и сотрудников полиции 	<ul style="list-style-type: none"> • В обсуждениях и принятии решений участвуют все заинтересованные местные общины • Преследует цель достижения финансовой независимости для самообеспечения и поддержки местной общины • Государственные средства используются для финансирования патрулей, обеспечивающих принудительное соблюдение нормативных правил, обеспеченных законами государства • Международные и местные организации осуществляют финансовое и оперативное управление, предоставляя квалифицированных сотрудников для целей профессиональной подготовки и обучения 	<ul style="list-style-type: none"> • Тесное сотрудничество между федеральным правительством и правительствами штатов • Система зонирования для справедливого распределения выгод от пользования экосистемными услугами • В туристической отрасли работают 70 000 человек, и ежегодно туризм приносит доход в размере 5 млрд австр. долл. • Сотрудничество с общинами коренных народов в целях их обеспечения средствами к существованию, сохранения их культуры и традиций; например, право на ведение рыбного промысла поставлено под защиту

Каждая природоохранная зона уникальна, но существуют широко распространенные движущие силы, которые могут обострить проблемы руководства на высшем уровне. В число этих сил входят расширение спроса на глобальном рынке рыбы, что стимулирует коммерческий рыболовный промысел; нищета на местах, которая побуждает людей ловить рыбу, чтобы выжить и обеспечить себе базовые средства к существованию; рост туризма, в результате которого нарастают потребности в развитии инфраструктуры и расширении доступа к местам оздоровительного отдыха и развлечений; и экономически мотивированная миграция из менее обеспеченных районов внутри страны в прибрежную зону в поиске возможностей для трудоустройства или повышения уровня жизни.^{16, 18} Эти силы способны отрицательно сказываться на задачах природоохранной деятельности. Ясно, что постановка задач в процессе создания морских природоохранных зон открывает возможность понять конкретные требования с целью урегулирования конфликтов и содействия эффективности природоохранного района. Механизм общего руководства может содействовать разработке и осуществлению мер по смягчению последствий конкретных поведенческих моделей, которым следуют люди, и в него следует включать стратегии принуждения к соблюдению установленных требований и финансирования мер по решению задач, поставленных при создании природоохранной зоны, в их совокупности. В то же самое время, с помощью этого механизма следует создавать

условия для справедливого распределения выгод и затрат, не упуская из виду задачу сохранения биоразнообразия.

В тематических исследованиях по морским природоохранным зонам продемонстрировано, каким образом различные сочетания концепций общего руководства могут обеспечить эффективность принимаемых решений. Австралийский морской парк в районе Большого барьерного рифа является одним из примеров усилий, направленных сверху вниз, а тесное сотрудничество с местными общинами коренных народов обеспечивает их средства к существованию и позволяет сохранить их культуру и традиции; коралловый парк острова Чумбе в Танзании представляет собой природоохранную зону с ориентацией на экотуризм, находящуюся в частном владении, в пределах которой правительство страны обеспечивает применение штрафных санкций при поддержке со стороны местных смотрителей, рыбаков и сотрудников полиции; а бухта Блуфилдс на Ямайке является природоохранной зоной, созданной силами местной общины, в пределах которой правительство финансирует патрулирование в целях обеспечения принудительного соблюдения нормативных правил, обеспеченных законами государства. В каждом из вышеприведенных примеров были реализованы методики, присущие различным подходам, что позволило приспособить их к местным потребностям и условиям.^{16, 18}

Общее руководство морскими природоохранными зонами

Управление морскими природоохранными зонами наиболее эффективно при применении нескольких подходов к общему руководству в их сочетании...

Руководство сверху вниз

Участие правительства необходимо для принятия законов и нормативных правил в области защиты биоразнообразия и природных ресурсов от разрушения и деградации по причине действий пользователей

Руководство снизу вверх

Вовлечение местных общин в процесс принятия решений и использование местных знаний является ключом к успеху. Это способствует формированию чувства ответственности, принятию соответствующих обязанностей и расширению прав и возможностей на местах

Рыночно ориентированное руководство

Рынки играют важную роль в формировании экономических стимулов, создании альтернативных источников средств к существованию и обеспечении финансовой устойчивости. Придание экономической ценности биоразнообразию помогает продвигать сбалансированные решения.

Что такое морская природоохранная зона?

Морские природоохранные зоны существуют в целом ряде форм. Определения и классификации могут различаться, но, как правило, эти зоны учреждаются для защиты и сохранения морского и прибрежного биоразнообразия, экосистем и/или ресурсов. Эти зоны охватывают как прибрежные районы, так и акватории открытого океана по всему спектру регионов в тропическом, умеренном и полярном поясах. Административное управление этими зонами может осуществляться в рамках нормативных правил и концепций защиты и управления на различных уровнях.

...с точки зрения урегулирования конфликтов и снижения уровня воздействия различных видов деятельности и

...обеспечения справедливого распределения затрат и выгод



Правоохранительная деятельность



Управление и законодательство



Научные исследования и мониторинг



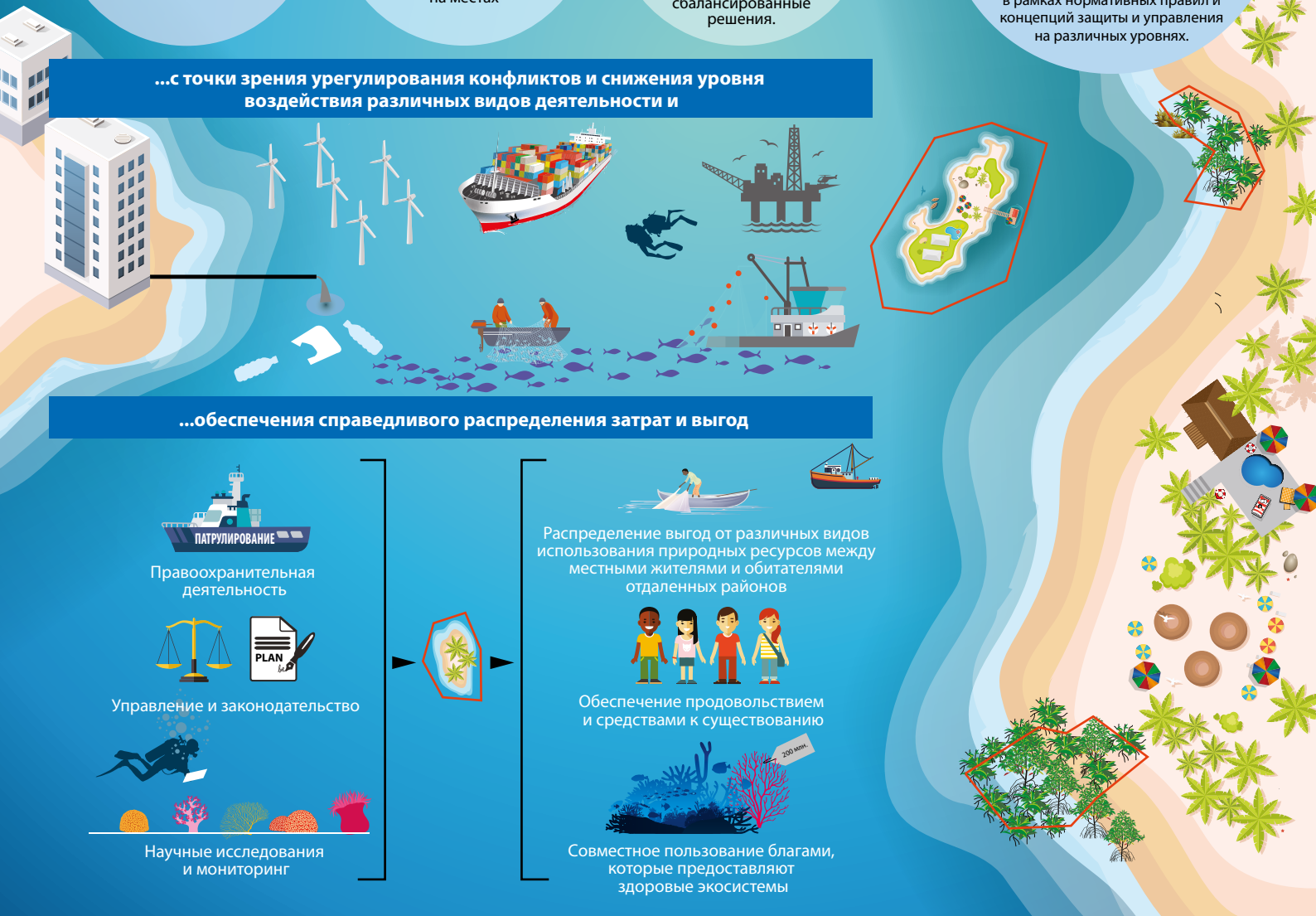
Распределение выгод от различных видов использования природных ресурсов между местными жителями и обитателями отдаленных районов



Обеспечение продовольствием и средствами к существованию



Совместное пользование благами, которые представляют здоровые экосистемы



Будущее: использование природоохранных зон в целях устойчивого развития

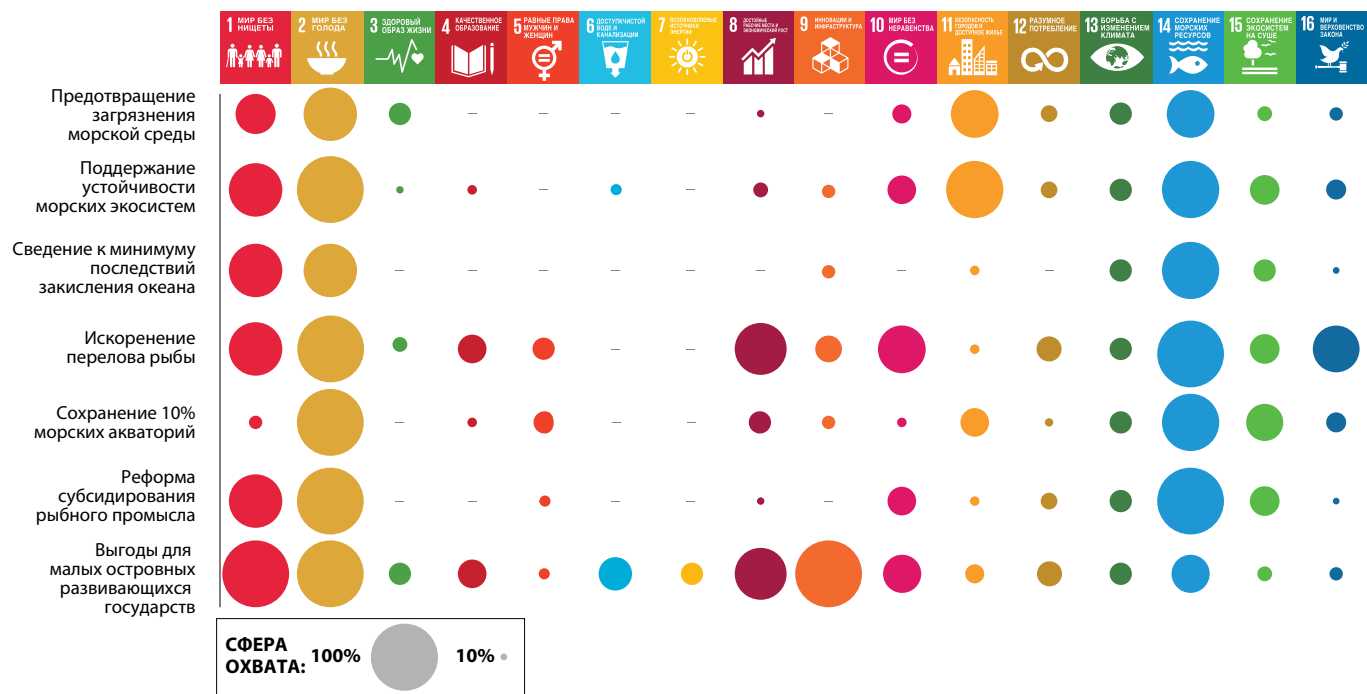
Возможности, создаваемые охраной морской среды, настолько же громадны, как и мировой океан. Однако, требуется изменить восприятие, сосредоточившись на качестве природоохранных зон наряду с их количеством, а также признавать выгоды наравне с затратами. Получение экономических и социальных выгод может комфортно сосуществовать с охраной морской среды, если будет регулироваться с полным пониманием особенностей близлежащей окружающей среды.

Согласно оценкам, приведенным в одном из сценариев развития экономики, затраты на поддержание сети природоохранных зон, охватывающих 10–30 процентов наших океанов, могли бы составить 45–228 млрд долл. США, но в результате потребления благ в форме экосистемных услуг (защиты прибрежных районов, рыболовства, туризма, оздоровительного отдыха и связывания углерода) в период 2015–2050 годов могли бы быть получены поразительные социально-экономические выгоды в размере 622–1 145 млрд долл. США.¹⁹ В стоимостном выражении такие выгоды могли бы в 3–20 раз превзойти затраты. Это могло бы также означать переход к более продуктивному и

экологически рациональному рыбному промыслу и замедлению темпов сокращения рыбных запасов в мировом масштабе. Это сопровождалось бы ростом туризма и созданием других экономических возможностей.²⁰ Например, результаты исследований дают основания предположить, что увеличение биоразнообразия в результате создания природоохранной зоны позволит привлечь в 36 раз больше поступлений от туризма по сравнению с рыбным промыслом.²¹ Наряду с этим, анализ соотношения затрат и выгод свидетельствует о возможности получения эффекта масштаба в результате увеличения размеров морских природоохранных зон относительно затрат на их создание и поддержание.

Вместе с тем, как и в случае более широких вопросов общего руководства использованием морской среды, единого для всех ситуаций решения не существует. Каждый сценарий должен рассматриваться по отдельности. Как отмечалось ранее, существуют признаки того, что более крупными морскими природоохранными зонами будет труднее управлять, и они окажутся менее эффективными.^{15, 17, 18} Наряду с этим, высказывались предположения, что с увеличением их масштабов рентабельность затрат будет уменьшаться, но это зависит от уровня биоразнообразия в каждом районе.¹⁹ Чтобы понять социально-экономические и экологические последствия, по каждому объекту потребуется провести анализ соотношения

Сопутствующие выгоды от решения целевых задач в рамках Цели устойчивого развития 14: сохранение морских экосистем



Источник: Адаптировано на основе публикации Singh et al. (2017)²²




затрат и выгод. Необходимо, чтобы все вышеперечисленное продемонстрировало эффективность таких зон с точки зрения сокращения воздействия на морские ресурсы и экосистемы при одновременном укреплении справедливого распределения выгод.

В 2016 году в Римском призыве к действиям и связанном с ним Заявлении о консенсусе ученых был предложен поэтапный план действий по продвижению концепции морских природоохранных зон, обеспечивающих эффективное и справедливое распределение выгод и затрат, с четким описанием целевых задач и действий.^{23, 24} Эти документы получили дальнейшее развитие на Конференции Организации Объединенных Наций по океану в июне 2017 года, когда была признана необходимость объединения усилий по сохранению биоразнообразия и рациональному использованию океана с четким определением роли людей и при справедливом распределении затрат и выгод.²⁵

Усилия, призванные обеспечить здоровое состояние океанов и побережий, могут стать весьма рентабельными инвестициями в категориях реализации концепции устойчивого развития в более широком смысле. В одном из недавних исследований на первый план были выдвинуты многочисленные сопутствующие выгоды, которые будут получены в результате решения различных целевых задач, предусмотренных в Цели устойчивого развития 14 по океанам, в контексте реализации Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года в целом.²²

Это открывает важную возможность активизировать наши усилия по охране здоровья наших океанов и, тем самым, обеспечить дальнейшее получение предоставляемых ими благ. Как никогда ранее важно, чтобы страны вышли за рамки целевых задач по созданию морских природоохранных зон в максимально возможных размерах и обрели способность их использования для достижения целей устойчивого развития.

 **Видеоматериал: Экономика рыболовного промысла и политика: морские природоохранные зоны**



Видеоматериал доступен по адресу: www.youtube.com/watch?v=n6_JLZnQe6Y
Фотография предоставлена: pjhpix / Shutterstock.com

© Conservation Strategy Fund



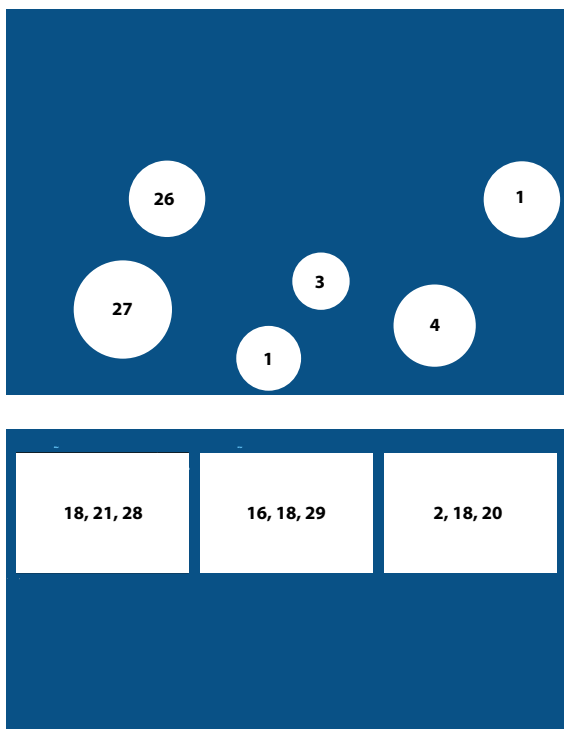
Фотография предоставлена: CHEN WS / Shutterstock.com

Список использованной литературы

- Hoegh-Guldberg, O. *et al.* (2015). Reviving the Ocean Economy: the case for action – 2015. WWF International, Gland. <https://www.worldwildlife.org/publications/reviving-the-oceans-economy-the-case-for-action-2015>
- Coralcoe (2017). Life and death after Great Barrier Reef bleaching. ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies website. <https://www.coralcoe.org.au/media-releases/life-and-death-after-great-barrier-reef-bleaching>
- ФАО (2016). *Состояние мирового рыболовства и аквакультуры, 2016 год: вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания*. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Рим. <http://www.fao.org/3/a-i5555r.pdf>
- WWF (2015). *Living Blue Planet Report: Species, habitats and human well-being*. WWF International, Gland. <https://www.worldwildlife.org/publications/living-blue-planet-report-2015>
- Ballantine, W.J. and Langlois, T.J. (2008). Marine reserves: the need for systems. In: Davenport J. *et al.* (eds) *Challenges to Marine Ecosystems. Developments in Hydrobiology, vol 202*. Springer, Dordrecht. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-8808-7_3
- Guidetti, P. (2006). Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecological Applications*, 16, 963–976. [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/1051-0761\(2006\)016%5B0963:MRRLP%5D2.0.CO;2/epdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/1051-0761(2006)016%5B0963:MRRLP%5D2.0.CO;2/epdf)
- Leleu, K., Remy-Zephir, B., Grace, R. and Costello, M.J. (2012). Mapping habitats in a marine reserve showed how a 30-year trophic cascade altered ecosystem structure. *Biological Conservation*, 155, 193–201. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320712002443>
- Moland, E., Olsen, E.M., Knutsen, H., Garrigou, P., Espeland, S.H., Kleiven, A.R., Andre, C. and Knutsen, J.A. (2013). Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before-after control-impact study. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280, 20122679. <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/280/1754/20122679.full.pdf>
- Mumby, P.J. and Harborne, A.R. (2010). Marine reserves enhance the recovery of corals on Caribbean reefs. *PLoS One*, 5, e8657. <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0008657&type=printable>
- Pita, C., Pierce, G.J., Theodossiou, I. and Macpherson, K. (2011). An overview of commercial fishers' attitudes towards marine protected areas. *Hydrobiologia*, 670, 289–306. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4020-1111-1-0665-9.pdf>
- КБР (2017). Веб-сайт по Аитинским целевым задачам в области биоразнообразия. Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии, Монреаль. <https://www.cbd.int/sp/targets/>
- United Nations (2017). Sustainable Development Goal 14 website. Sustainable Development Knowledge Platform. United Nations, New York. <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg14>
- UNEP-WCMC (2017). The World Database on Protected Areas dataset. United Nations Environment Programme – World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. <http://www.protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas>
- Jones P.J.S. and De Santo, E.M. (2016). Viewpoint – Is the race for remote, very large marine protected areas (VLMPPAs) taking us down the wrong track? *Marine Policy*, 73, 231–234. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X1630481X?via%3Dihub>
- Watson, J.E.M., Dudley, N., Segan, D.B. and Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature*, 15, 67–73. <https://www.nature.com/nature/journal/v515/n7525/pdf/nature13947.pdf>
- UNEP (2017). Enabling effective and equitable marine protected areas: guidance on combining governance approaches. United Nations Environment, Nairobi.
- Leverington, F., Costa, K.L., Pavese, H., Lisle, A. and Hockings, M. (2010). A Global Analysis of Protected Area Management Effectiveness. *Environmental Management*, 46(5), 685–698. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00267-010-9564-5.pdf>
- Jones, P.J.S. (2014). *Governing Marine Protected Areas: Resilience through diversity*. Routledge, London.
- Brander, L., Baulcomb, C., van der Lelij, J.A.C., Eppink, F., McVittie, A., Nijsten, L. and van Beukering, P. (2015). The benefits to people of expanding Marine Protected Areas. IVM Institute for Environmental Studies Report R-15/05. http://assets.wfn.nl/downloads/mpa_rapport_volledig.pdf
- Balmford, A., Gravestock, P., Hockley, N., McClean, C.J. and Roberts, C.M. (2004). The worldwide costs of marine protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(26), 9694–9697. <http://www.pnas.org/content/101/26/9694.full.pdf>
- Sala E., Costello, C., Parme, J.D.B. and Sumaila, R.U. (2016). Fish Banks: An economic model to scale marine conservation. *Marine Policy*, 73, 154–161. https://www.researchgate.net/publication/306420445_Fish_banks_An_economic_model_to_scale_marine_conservation
- The 10x20 Initiative (2016). *Rome Call to Action*. Conference on Marine Protected Areas: An Urgent Imperative A Dialogue Between Scientists and Policymakers, Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation, Rome, 7–9 March 2016. http://www.italyun.esteri.it/rappresentanza_onu/resource/resource/2016/03/rome_conference_cta_final.pdf
- The 10x20 Initiative (2016). *Scientists' Consensus Statement on Marine Protected Areas (MPAs): Characteristics, Governance, and Sustainable Financing*. Conference on Marine Protected Areas: An Urgent Imperative A Dialogue Between Scientists and Policymakers, Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation, Rome, 7–9 March 2016. http://www.italyun.esteri.it/rappresentanza_onu/resource/resource/2016/03/scientists_consensus_statement_on_marine_protected_areas.pdf
- Организация Объединенных Наций (2017). Доклад Конференции Организации Объединенных Наций по содействию достижению цели 14 в области устойчивого развития: «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития». A/CONF.230/14. Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк. <https://undocs.org/A/CONF.230/14>
- Singh, G., Cisneros-Montemayor, A., Cheung, W. and Ota, Y. (2017). *Oceans and the Sustainable Development Goals: Co-benefits, Climate Change & Social Equity*. The Nippon Foundation and University of British Columbia Nereus Program, Vancouver. <http://www.nereusprogram.org/wp-content/uploads/2017/05/SDG-Report-2017-online-version-compressed.pdf>



Список использованных графических материалов



26. Burke, L., Reytar, K., Spalding, M. and Perry, A. (2011). *Reefs At Risk Revisited*. World Resources Institute, Washington DC. <http://www.wri.org/publication/reefs-risk-revisited>
27. Cisneros-Montemayor, A.M. and Sumaila, U.R. (2010). A global estimate of benefits from ecosystembased marine recreation: Potential impacts and implications for management. *Journal of Bioeconomics*, 12, 245-268. https://www.researchgate.net/publication/227346912_A_global_estimate_of_benefits_from_ecosystem-based_marine_recreation_Potential_impacts_and_implications_for_management
28. Nordlund, L.M., Kloiber, U., Carter, E. and Riedmiller, S. (2013). Chumbe Island Coral Park—governance analysis. *Marine Policy*, 41, 110-117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.018>
29. Thorpe, C. (2011). Governance analysis of Bluefields Bay Special Fisheries Conservation Area, Jamaica. MSc Thesis, University College London. <https://www.ucl.ac.uk/mpag/docs/Bluefields.pdf>



Песчаная буря, охватившая здания миссии Африканского союза и Организации Объединенных Наций в Северном Дарфуре, г. Эль-Фашир, Судан
Фотография предоставлена: UNAMID/Adrian Dragnea

Песчаные и пыльные бури: преодоление последствий глобального явления

Вторжение песка и пыли

В 2010 году власти Китая издали предупреждение о загрязнении окружающей среды пятого уровня в связи с перемещением масштабной пыльной бури из Монголии и северной части Китая в направлении Пекина, разразившейся над территорией площадью 810 000 квадратных километров и создавшей угрозу 250 миллионам человек.¹ В мае 2016 года череда масштабных песчаных бурь пронеслась над административным районом Риган в юго-восточной части Ирана, засыпав 16 деревень и причинив ущерб в размере 9 млн долл. США.² Через несколько месяцев мощные облака пыли и песка поглотили Абу-Даби, уменьшив видимость в этом городе до 500 метров и увеличив число госпитализированных пациентов, страдающих от астмы, на 20 процентов.^{3,4} Вот лишь несколько примеров недавних опасностей и ущерба, приносимых песчаными и пыльными бурями во многих частях мира. История человечества изобилует множеством других примеров.⁵

Песчаные и пыльные бури возникают в тех случаях, когда сильные вихри захватывают песок и пылевидные фракции грунта на засушливых и полусушливых территориях и затем выбрасывают их в воздушной среде. Песчаные бури перемещаются относительно близко к поверхности земли, а размер частиц, наряду со скоростью ветра, ограничивают расстояние, на которое каждая из частиц способна переместиться. Пыльные бури поднимают значительные количества тонкодисперсных пылевидных частиц и мелких частиц глины, выбрасывая их в более высокие слои атмосферы.⁶

Пыльные бури могут перемещаться на тысячи километров над континентами и океанами, захватывая на своем пути другие загрязняющие вещества и осаждая частицы далеко от места своего зарождения. Ветры переносят пыль из Сахары — самого значительного источника — на запад в Северную и Южную Америку, на север в Европу и на восток в Китай.⁶ А бури, зарождающиеся в Центральной Азии и Китае, достигают Корейского полуострова, Японии, тихоокеанских островов, Северной Америки и территорий за их пределами.

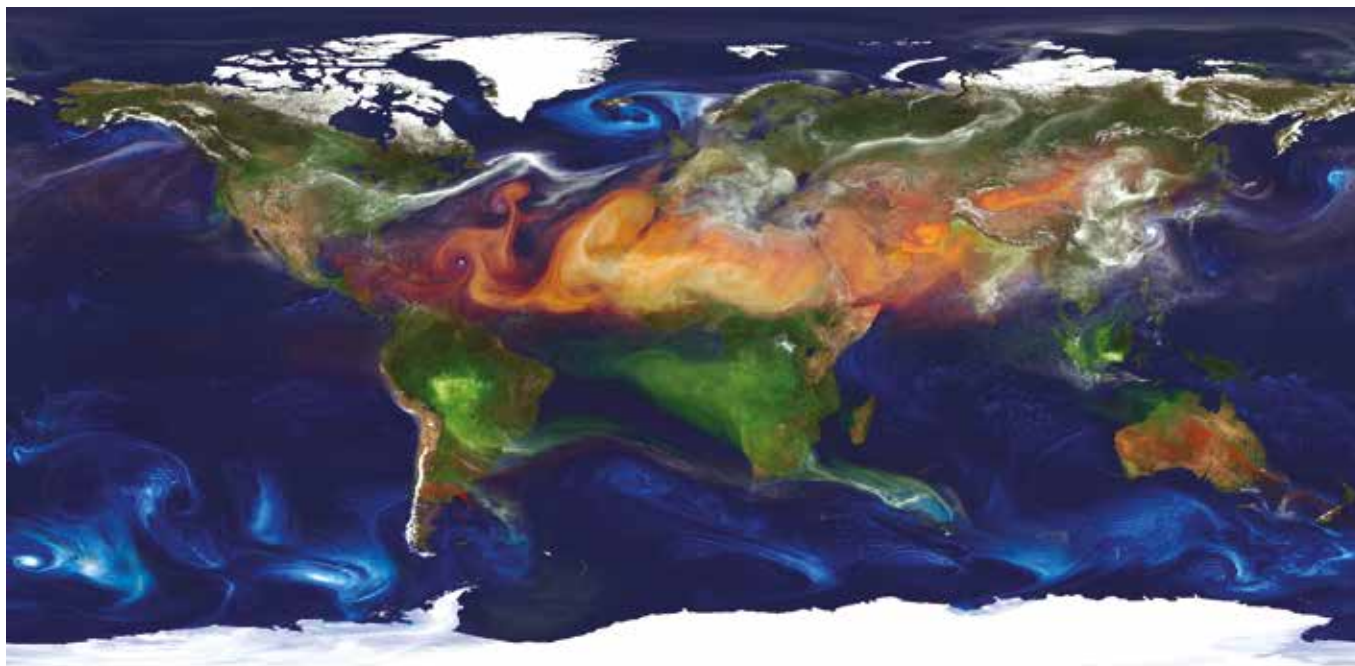


В одном из исследований, проведенных в 2003 году, было отслежено, что шлейф загрязнения крупными количествами пыли, поднятой в воздух в 1990 году в Китае, достиг Альп в Европе, пройдя в восточном направлении более 20 000 километров за две недели.⁷ Пыль играет важную роль в биохимических процессах экосистем Земли. Она служит исходным материалом для широчайшего распространения лёссовых пород.⁸ Осаждение минеральной пыли обеспечивает наземные и морские экосистемы питательными веществами, такими как железо и другие микроэлементы, стимулируя рост первичной продуктивности и фитопланктона.⁹ Пыль Сахары служит природным удобрением для влажных тропических лесов Амазонии, привнося в почву фосфор в количествах, компенсирующих его потери в результате речного стока.¹⁰ Аналогичным образом, влажные тропические леса на Гавайских островах получают питательные вещества благодаря пыли из Центральной Азии.¹¹ Наряду с этим, пыль из Африки и Азии может причинять ущерб коралловым рифам в Карибском море.¹²

Пыль также может наносить вред здоровью животных и человека, особенно в засушливых и полусушливых районах. В случае человека, вдыхание мелких частиц пыли может стать причиной

астмы, бронхита, эмфиземы и силикоза или обострять их течение.¹³ Еще более тонкодисперсные частицы способны также переносить с собой широкий спектр загрязняющих веществ, спор, бактерий, грибов и аллергенов. Другие широко распространенные проблемы включают инфекционные заболевания глаз, раздражения кожи и пустынную лихорадку. В странах Сахеля существует тесная взаимосвязь между пыльными массами, приносимыми из Сахары, и вспышками менингита.¹⁴ Хроническая подверженность воздействию тонкодисперсной пыли способствует преждевременной смерти от респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний, рака легких и острых инфекционных заболеваний нижних дыхательных путей.¹⁵

Другие виды социально-экономического ущерба связаны с последствиями пыльных бурь.¹⁶⁻¹⁹ Краткосрочные издержки включают заболевания и гибель домашнего скота, уничтожение посевов, повреждение зданий и других объектов инфраструктуры, перебои в работе транспорта и дорогостоящий вывоз многих тонн осадочных пород. Экономические потери от одной-единственной бури могут исчисляться сотнями миллионов долларов. Более долгосрочные издержки включают эрозию почв, загрязнение экосистем, хронические изнуряющие проблемы со здоровьем и опустынивание.



Картина распределения глобальных аэрозолей, смоделированная в системе GEOS-5 с разрешающей способностью, равной 10 километрам. Пылевые выбросы окрашены коричнево-красным цветом.

Фотография предоставлена: William Putman, NASA/Goddard Space Flight Center

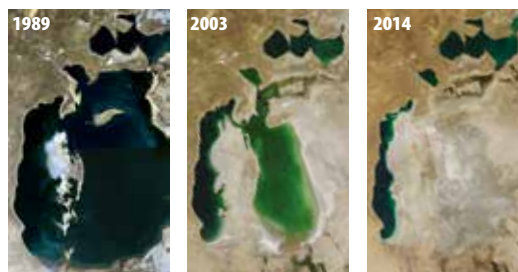
Движущие силы, порождаемые природой, бесхозяйственным землепользованием и изменением климата

Пылевые явления отличаются значительным разнообразием в динамике по времени и происходят, например, ежесезонно, ежегодно, каждое десятилетие или один раз за несколько десятков лет.²⁰ В одном из исследований 2012 года были проанализированы данные космической съемки за период 2003–2009 годов в сопоставлении с результатами аналогичного анализа данных, полученными в предыдущие периоды, и возникли основания предположить, что за три предшествующих десятилетия в Австралии, Центральной Азии и Высоких равнинах США произошли значительные изменения, тогда как пылевые события в Северной Африке, на Ближнем Востоке и в Южной Америке оставались на одном и том же уровне активности.^{21, 22} Дальнейшие исследования показали, что эти регионы подвержены частым пылевым явлениям высокой интенсивности, таким как бури и мгла, порождаемым как природными, так и антропогенными причинами.^{21–23}

Антропогенные причины, на долю которых приходится примерно 25 процентов глобальных выбросов пыли, происходят в результате изменений порядка землепользования, включающих чрезмерный забор воды и перенаправление водных ресурсов на цели орошения, что приводит к полному высыханию водоемов, а также по причине обезлесения и экологически нерациональной практики ведения сельского хозяйства, что подвергает почвы эрозии под воздействием ветра. Все это представляет собой различные формы деградации земель. В районах неорошаемого земледелия, где сельскохозяйственные почвы перепахиваются слишком часто и слишком глубоко, а стерня удаляется, почвы остаются подверженными внешнему воздействию. Ликвидация живых изгородей и ветрозащитных лесополос в целях создания условий для применения более производительной сельскохозяйственной техники способствует выдуванию почвы ветром. Чрезмерный выпас скота на пастбищных угодьях приводит к утрате почвенного покрова. Там, где почвы не защищены наземным покровом, ветры выдувают мелкие частицы, содержащие значительную часть питательных веществ и гумуса почвы. Результаты имитационного моделирования дают основания предположить, что на глобальном уровне выбросы пыли в атмосферу по причине сочетанного воздействия землепользования и изменения климата увеличились с 1900 года на 25–50 процентов.²⁴

В каждом из подверженных риску пылевых явлений регионов взаимосвязь между деятельностью человека и увеличением количеств пыли проявляется наглядно, а в отдельных случаях осязаемо. Источником пыли в Калифорнии служит озеро Оуэнс (высохшее), которое было обезвожено в результате водоотвода через Лос-Анджелесский акведук, проложенный в 1913 году.²⁵ Патагония, расположенная в южной части Аргентины, стала крупным антропогенным источником пыли в результате опустынивания по причине экологически нерационального пастбищного скотоводства.²⁶ Индо-Гангский бассейн является основным источником пыли в Южной Азии, порождаемой интенсивными методами ведения сельского хозяйства.²² В Австралии расчистка местности и спрос на воду для сельскохозяйственных целей нарушили гидрологический режим

Сокращение площади Аральского моря в период 2000–2013 годов. После десятилетий крупномасштабного водоотвода Аральское море высохло и стало активным источником пыли



Выражение признательности
1989 — Глобальная система слежения за ландшафтными покровами, Мэрилендский университет
2003 — Жак Деклуатр, НАСА / Центр космических полетов им. Р. Годдарда
2014 — Джесси Аллен, Земная обсерватория НАСА

и привели к значительному увеличению образования пыли.²⁷ Озеро Балхаш в Казахстане стремительно пересыхает, начиная с 1970 года, после завершения строительства плотины выше по течению реки Или. И, наконец, десятилетия крупномасштабного водоотвода из основных рек этого региона — Сырдарьи и Амударьи — в интересах создания обширных оросительных систем привели к сокращению речного водотока, впадающего в Аральское море, что повлекло за собой обезвоживание и опустынивание по всему региону.²⁸ В настоящее время громадные территории бассейна Аральского моря стали активными источниками ядовитой пыли, загрязненной стойкими остаточными количествами минеральных удобрений и пестицидов, которые были запрещены к использованию десятилетия тому назад.²⁹

Антропогенное изменение климата является одной из важных движущих сил образования пыли в добавление к той, которая образуется естественным образом и по причине нерационального управления землепользованием. Многие регионы, которые в настоящее время являются очагами пылеобразования, вероятно, станут суше и внесут свой вклад в увеличение запыленности атмосферы. В их число входят большинство средиземноморских территорий Африки и Европы, северная Сахара, Западная Азия, Центральная Азия, юго-восточная часть США и южная часть Австралии.^{30, 31} В свою очередь, повышение запыленности атмосферы может повлиять на климатическую систему. Оно может нарушить радиационный баланс Земли, что усилит засухи в засушливых районах.³² С другой стороны, пыль могла бы усилить выпадение атмосферных осадков на некоторых территориях, поскольку она служит затравкой для образования облаков.³³

Песчаные и пыльные бури, таким образом, взаимосвязаны с целым рядом проблем в области экологии и развития, распространяющихся через национальные границы, региональные и континентальные пределы. Антропогенное изменение климата еще более усугубит последствия длящегося десятилетиями нерационального управления землепользованием и эксплуатацией водных ресурсов в регионах, являющихся очагами образования песчаных и пыльных бурь. Эту угрозу можно смягчить путем принятия незамедлительных и эффективных мер.

Источники и воздействия песчаных и пыльных бурь

Изменения в землепользовании, например, в сельском хозяйстве или в результате отвода водных ресурсов и обезлесения, приводят к образованию **25% пыли на глобальном уровне**

С 1900 года объем выбросов пыли в атмосферу по причине деятельности человека **увеличился на 25–50%**

Песчаные и пыльные бури обычно происходят в **засушливых и полусухих районах**

По мере **изменения климата** все более изменчивые и экстремальные явления повышают риск возникновения пыльных бурь

Инициативы в области экологического восстановления земель помогают уменьшить регулярность и интенсивность пыльных бурь на местах

Песчаные и пыльные бури содержат **частицы самых различных фракций**

Песчаные и пыльные бури возникают в тех случаях, когда сильные вихри захватывают песок и пылевидные фракции грунта на засушливых территориях

При вдыхании частицы размером менее **10 микрон** — одной сотой миллиметра — приводят к сердечно-легочным заболеваниям

Засушливые районы, вероятно, станут еще суше и подвергнутся воздействию более частых пыльных бурь, в том числе на **средиземноморском побережье Европы и Африки, в северной части Сахары, Центральной и Западной Азии, на юго-западе США и на юге Австралии**

Концентрации пыли в пыльных бурях достигают **100–1 000 мкг/м³**

Во время пыльной бури в Иране в январе 2017 года концентрации мелких частиц превышали **10 000 мкг/м³**

Согласно рекомендациям ВОЗ, воздух считается безопасным для здоровья при концентрации мелких частиц, не превышающей **50 мкг/м³**

Пыльные бури могут переносить с собой широкий спектр **загрязняющих веществ, спор, грибов, бактерий и аллергенов**. Пыль, приносимая из пустыни Сахара, может становиться причиной вспышек менингита в странах Сахеля.

Пыльная буря на северо-западе Китая в 1993 году привела к гибели почти **120 000 голов домашнего скота**; уничтожила **373 333 гектара посевов сельскохозяйственных культур**; и засыпала более 2 000 км оросительных каналов

Экономические потери от одной-единственной пыльной бури могут исчисляться **сотнями миллионов долларов**

Пыльные бури наносят ущерб посевам сельскохозяйственных культур и приводят к гибели домашнего скота и выдуванию плодородных слоев почвы




Сокращение ущерба посредством сосредоточения внимания в меньших масштабах

В кратко- и среднесрочной перспективе успех усилий по уменьшению опасности песчаных и пыльных бурь будет определяться сосредоточенностью на реализации стратегий защиты.³⁴ Разумеется, системы раннего предупреждения и процедуры уменьшения опасности стихийных бедствий являются крайне важными составляющими обеспечения готовности, и региональные программы совершенствования этих служб находятся в процессе развития. Процедуры, позволяющие принимать меры в связи с песчаными и пыльными бурями в режиме реального времени, включают выдачу рекомендаций коммунальным службам; закрытие школ, аэропортов, железнодорожного сообщения и автодорог; и организацию неотложной помощи в больницах.

Готовность начинается с обеспечения осведомленности широкой общественности о рисках, связанных с песчаными и пыльными бурями, посредством просветительской работы в школах, через средства массовой информации и социальные сети, а также с помощью телевизионных передач. Наряду с этим, в состав мер по обеспечению готовности следует также включать методические указания по физической защите ценных активов, например, путем высаживания растений или возведения барьеров с наветренной стороны населенных районов и жизненно важных объектов инфраструктуры с тем, чтобы осаждение пыли происходило за пределами этих территорий. Некоторые мероприятия, такие как выравнивание автодорог и ликвидация пылесборников, направляют преобладающие ветры и то, что они переносят, в сторону от площадок, нуждающихся в защите.

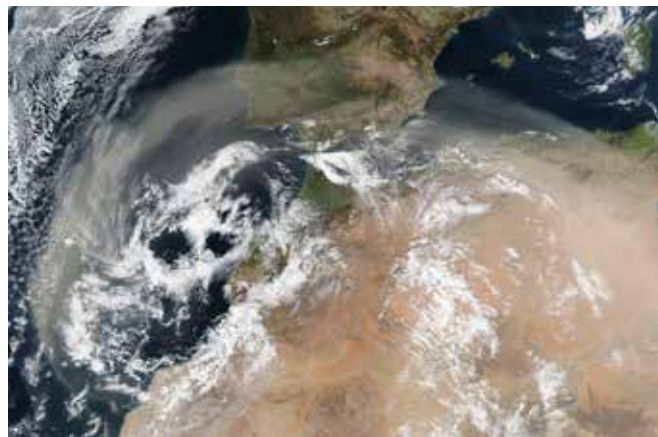
В средне- и долгосрочной перспективе мероприятия по уменьшению опасности песчаных и пыльных бурь следует концентрировать

 **Видеоматериал: Амбициозный проект создания «Великой зеленой стены» в Африке**



Видеоматериал доступен по адресу: https://www.youtube.com/watch?v=jL_nRHg-0I4
 Фотография предоставлена: Вспахивание земли в Сенегале: IFPRI/Milo Mitchell, на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0

© TIME



Шлейф пыли, переносимый ветрами из Северной Африки в направлении Европы и Атлантического океана, 21 февраля 2017 года

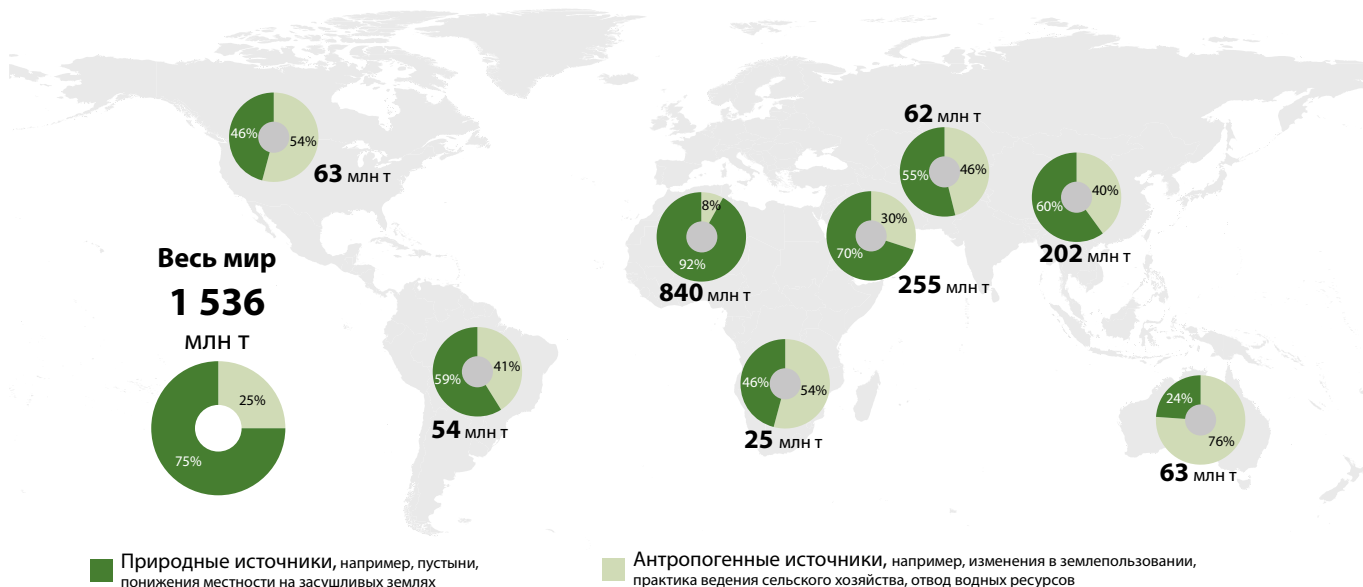
Фотография предоставлена: Фотография НАСА: Jeff Schmaltz, LANCE/EOSDIS Rapid Response

на реализации стратегий предупреждения их последствий путем продвижения экологически рациональных методов управления землепользованием и эксплуатацией водных ресурсов во всех местностях. На этом уровне сфера охвата должна включать пахотные угодья, пастбища, пустыни и городские районы. Такие стратегии следует интегрировать с мерами по адаптации к изменению климата и смягчению его последствий, а также по сохранению биологического разнообразия. Во многих уязвимых регионах этих крайне важных комплексных стратегий на данный момент недостает.³⁴

Программа создания трех защитных лесополос на севере Китая, иногда именуемых «Великая зеленая стена», представляет собой комплексный проект, который реализуется с 1978 года в целях замедления безудержной эрозии почвы, усугубляющей существующие проблемы, которые порождаются наводнениями и пыльными бурями на значительных территориях после десятилетий экологически нерациональной эксплуатации природных ресурсов. Результаты научных исследований и извлеченные уроки дают основание предположить, что сосредоточенность на том, что приносит плоды в общинах и на местах благодаря культивированию местных видов растений, уже адаптировавшихся к условиям конкретной среды обитания, приводит к успеху в тех случаях, когда такие меры осуществляются в их взаимосвязи и в более широких масштабах.³⁵ Такое более глубокое понимание проблемы вновь выдвигает на первый план необходимость действий, направленных на содействие предоставлению экосистемных услуг, таких как производство продуктов питания, связывание углерода, сохранение почвы и запасов воды, смягчение последствий наводнений и защита среды обитания с целью поддержания природного капитала, сохраняющего биоразнообразие, а также предотвращение песчаных и пыльных бурь.³⁶ Результаты наблюдений за ходом создания Великой зеленой стены свидетельствуют о значительных успехах в повышении вегетационного индекса в близлежащих районах и позволяют сделать вывод о том, что эти усилия эффективным образом



Источники выбросов пыли в атмосферу (тонны/год)



Источник данных: Sabot et al. (2012)³²

уменьшили интенсивность пыльных бурь, даже приняв во внимание факторы изменения климата и воздействия антропогенных нагрузок.^{37,38} В пустыне Кубуки, находящейся в районе Внутренняя Монголия, вложения сил и средств частного сектора, государства и общин в дело высаживания местных видов деревьев, кустарников и трав на более чем 5 000 квадратных километров пустынных земель понизили частоту возникновения пыльных бурь и объем сопутствующего ущерба, причиняемого домам и объектам инфраструктуры.³⁹

В Африке инициатива по созданию Великой зеленой стены в Сахаре и странах Сахеля также приводит к успеху благодаря организации работы на местах и в общинах.⁴⁰ Эта инициатива выросла из концептуальной идеи высаживания деревьев в увязке с решением более широких задач устойчивого развития. Так, в Сенегале ее реализация началась с высаживания автохтонных видов растений, не нуждающихся в поливе, на территории более 270 квадратных километров. Позднее здесь вновь появились другие растения и животные, восстанавливающие экосистему. В общинах Мавритании, Чада, Нигера, Эфиопии и Нигерии рыночная плодовоовощная продукция выращивается в полосе, примыкающей к границам засушливых земель, что дает молодому населению работу и причины отказаться от миграции. И вновь следует отметить, что успех этих проектов определяется тщательным отбором видов растений, уже хорошо адаптировавшихся к местным условиям, в полной мере соответствующих имеющимся водным ресурсам и давно известных местным жителям, которые в конечном счете будут нести ответственность за поддержание процессов восстановления и состояние ландшафта.⁴¹


Экономические потери по причине песчаных и пыльных бурь



Многосторонняя поддержка в деле сокращения ущерба, причиняемого песчаными и пыльными бурями

Комплексные стратегии уменьшения опасности песчаных и пыльных бурь основаны на рекомендуемых мероприятиях по сдерживанию деградации земель, утраты наземного биоразнообразия и смягчению последствий изменения климата согласно трем рию-де-жанейрским конвенциям — Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБООН), Конвенции ООН о биологическом разнообразии и Рамочной конвенции ООН об изменении климата, соответственно. При поддержке со стороны Секретариата КБООН, в Западной Азии и Северо-Восточной Азии были разработаны Региональные планы действий в связи с песчаными и пыльными бурями, при этом план для Северо-Восточной Азии уже находится в процессе полномасштабной реализации.⁴²

В рамках каждой из рию-де-жанейрских конвенций оказывается поддержка усилиям по управлению землепользованием и эксплуатацией водных ресурсов, которая предоставляется в партнерстве с соответствующими многосторонними учреждениями и агентствами. Международная сплоченность по этим вопросам нашла свое отражение в Целях устойчивого развития, в частности — в Целях 1, 2, 5, 13 и 15, которые предусматривают принятие мер к обеспечению комплексного управления земле- и водопользованием, а более конкретно — в Целевой задаче 15.3: «К 2030 году вести борьбу с опустыниванием, восстановить деградировавшие земли

 **Видеоматериал: Борьба с опустыниванием: китайские скотоводы преисполнены решимости превратить пустыню в оазис**



Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=gITXPUYYJ0> © CCTV English
 Фотография предоставлена: Предотвращение опустынивания в районе Нунся, Китай; Bert van Dijk, на условиях лицензии CC BY-NC-SA 2.0



Пыльная буря над Персидским заливом, 19 февраля 2017 года

Фотография предоставлена: Фотография HACA: Jeff Schmalz, LANCE/EOSDIS Rapid Response

и почвы, включая земли, затронутые опустыниванием, засухами и наводнениями, и стремиться к тому, чтобы во всем мире не ухудшалось состояние земель». Региональные рамочные механизмы, соглашения и планы действий, такие как Региональный генеральный план предотвращения и ограничения пыльных и песчаных бурь в Северо-Восточной Азии, и национальные планы действий, например, требующиеся согласно КБООН, также определяют политические основы деятельности по уменьшению опасности песчаных и пыльных бурь.

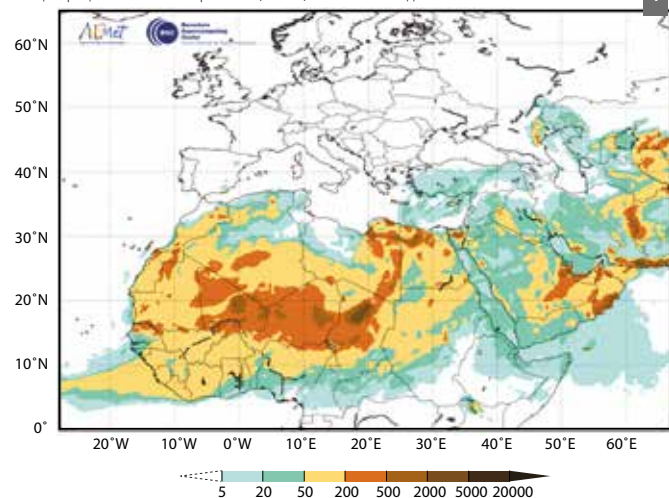
Всемирная метеорологическая организация создала Систему предупреждения о песчаных и пыльных бурях и их оценки, призванную повысить способность стран заблаговременно предоставлять пользователям точные прогнозы, результаты наблюдений, информацию и знания в отношении песчаных и пыльных бурь.⁴³ В рамках этой системы выдаются глобальные и региональные прогнозы опасности пылевых явлений и организованы региональные центры для Северной и Южной Америки, для Азии, а также для Северной Африки, Ближнего Востока и Европы.⁴⁴

Мероприятия по комплексному управлению земле- и водопользованием охватывают ведение сельского хозяйства, и Продовольственная и сельскохозяйственная организация содействует внедрению методов почвозащитного земледелия в целях уменьшения опасности бедствий в засушливых районах.

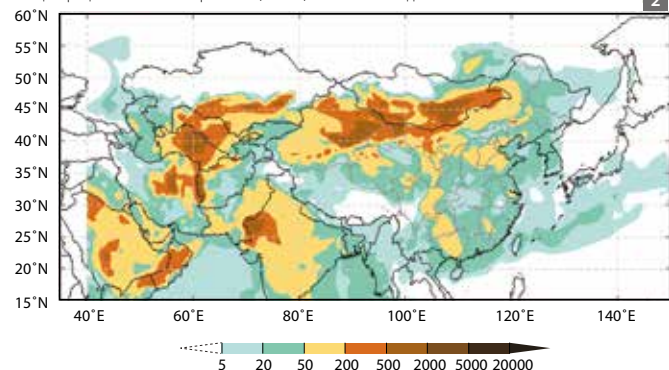


Интерактивное прогнозирование пылевых явлений в региональных центрах Системы предупреждения о песчаных и пыльных бурях и их оценки Всемирной метеорологической организации

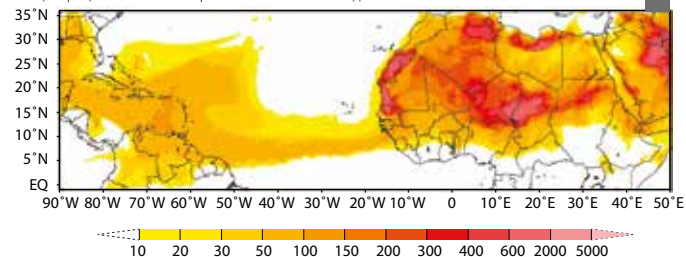
Концентрация пыли на поверхности (мкг/м³) 18 мая 2017 года



Концентрация пыли на поверхности (мкг/м³) 18 мая 2017 года



Концентрация пыли на поверхности 21 мая 2017 года



В 1992 году сетевая структура, известная под названием «Всемирный обзор подходов и технологий в сфере охраны природы» (ВОКАТ), приступила к сбору информации о практических методах почвозащитного земледелия и неистощительного землепользования у специалистов. В 2014 году эта сеть взаимодействия была официально преобразована в консорциум и признана в рамках КБООН в качестве рекомендуемого источника данных по передовой практике. В 2017 году ВОКАТ объединяет более 2 000 зарегистрированных пользователей, свыше 60 учреждений-участников и около 30 национальных и региональных инициатив.⁴⁵

На долю сельского хозяйства приходится почти 70 процентов от общего забора пресной воды.⁴⁶ Почвозащитное земледелие также содействует применению такой практики водопользования, которая предупреждает возникновение нехватки водных ресурсов и опустынивание и уменьшает риск возникновения песчаных и пыльных бурь. Группа по использованию водных ресурсов в период до 2030 года свела воедино информацию из тематических исследований, проведенных во всем мире, об имеющихся в наличии, воспроизводимых и реализованных на практике решениях в сфере управления водопользованием. Эти решения были собраны в форме интерактивного каталога под названием «Управление водопользованием в условиях дефицита водных ресурсов», который призван побудить лиц, разрабатывающих политические курсы и принимающих решения, к действию и использованию имеющейся информации.⁴⁷ Многие из приведенных решений самым непосредственным образом относятся к уменьшению опасности песчаных и пыльных бурь.

Наконец, повышение уровня международного взаимодействия и координации научных исследований необходимо для уменьшения критически важных факторов неопределенности в отношении взаимосвязи между распространением пыли и глобальными биохимическими процессами, а также климатическими системами; для совершенствования методов организации систем мониторинга, прогнозирования и раннего предупреждения; для оценки факторов воздействия на экономику и издержек, связанных с песчаными и пыльными бурями, а также соответствующими мерами по смягчению их последствий; и для повышения эффективности мер, принимаемых до, во время и после этих явлений.

1 Центр для Северной Африки, Ближнего Востока и Европы
<https://sds-was.aemet.es/>

2 Центр СППБО для Азии
http://eng.nmc.cn/sds_was.asian_rc/

3 Панамериканский региональный центр
<http://sds-was.cimh.edu.bb/>

Список использованной литературы

- BBC (2010). China sandstorm leaves Beijing shrouded in orange dust. *BBC*, 20 March 2010. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/8577806.stm>
- Tehran Times (2016). Sand storm buries 16 villages in southeastern Iran. *Tehran Times*, 18 May 2016. <http://www.tehrantimes.com/news/402617/Sand-storm-buries-16-villages-in-southeastern-Iran>
- Emirates 24/7 News (2016). NCMS warns of active winds, low visibility. *Emirates 24/7 News*, 4 August 2016. <http://www.emirates247.com/news/emirates/ncms-warns-of-active-winds-low-visibility-2016-08-04-1.637979>
- The National (2016). Asthma attacks on the rise in UAE as winds whip up sand and dust. *The National*, 19 July 2016. <http://inbusiness.ae/2016/07/19/asthma-attacks-on-the-rise-in-uae-as-winds-whip-upsand-and-dust>
- McLeman, R., Dupre, J., Berrang Ford, L., Ford, J., Gajewski, K. and Marchildon, G. (2014). What We Learned from the Dust Bowl: Lessons in Science, Policy, and Adaptation. *Population and Environment*, 35, 417–440. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24829518>
- Goudie, A.S. and Middleton, N.J. (2006). *Desert Dust in the Global System*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Grousset, F.E., Ginoux, P. and Bory, A. (2003). Case study of a Chinese dust plume reaching the French Alps. *Geophysical Research Letters*, 30(6), 1277. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2002GL016833/full>
- Pye, K. (1987). *Aeolian dust and dust deposits*. Academic Press, London
- Wang, F., Zhao, X., Gerlein-Safdi, C., Mu, Y., Wang, D. and Lu, Q. (2017). Global sources, emissions, transport and deposition of dust and sand and their effects on the climate and environment: a review. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11, 13. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11783-017-0904-z>
- Yu, H., Chin, M., Yuan, T., Bian, H., Remer, L.A., Prospero, J.M., Omar, A., Winker, D., Yang, Y., Zhang, Y., Zhang, Z. and Zhao, C. (2015). The fertilizing role of African dust in the Amazon rainforest: A first multiyear assessment based on data from Cloud–Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations. *Geophysical Research Letters*, 42, 1984–1991. https://www.researchgate.net/publication/272754426_The_Fertilizing_Role_of_African_Dust_in_the_Amazon_Rainforest_A_First_Multiyear_Assessment_Based_on_CALIPSO_Lidar_Observations
- Chadwick, O.A., Derry, L.A., Vitousek, P.M., Huebert, B.J. and Hedin, L.O. (1999). Changing sources of nutrients during four million years of ecosystem development. *Nature*, 397, 491–497. <https://www.nature.com/nature/journal/v397/n6719/pdf/397491a0.pdf>
- Garrison, V.H., Shinn, E.A., Foreman, W.T., Griffin, D.W., Holmes, C.W., Kellogg, C.A., Majewski, M.S., Richardson, L.L., Ritchie, K.B. and Smith, G.W. (2003). African and Asian dust: from desert soils to coral reefs. *BioScience*, 53, 469–480. <https://academic.oup.com/bioscience/article/53/5/469/241414/African-and-Asian-Dust-From-Desert-Soils-to-Coral>
- Derbyshire, E. (2007). Natural minerogenic dust and human health. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36, 73–77. https://www.wou.edu/ias/physci/taylor/g473/med_geo/derbyshire_2007.pdf
- García-Pando, C.P., Stanton, M.C., Diggle, P.J., Trzaska, S., Miller, R.L., Perlwitz, J.P., Baldasano, J.M., Cuevas, E., Ceccato, P., Yaka, P. and Thomson, M.C. (2014). Soil dust aerosols and wind as predictors of seasonal meningitis incidence in Niger. *Environmental Health Perspectives*, 122(7), 679–686. <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/122/7/ehp.1306640.pdf>
- WHO (2013). *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVHAAP Project*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf
- Tozer, P. and Leys, J. (2013). Dust storms – what do they really cost? *The Rangeland Journal*, 35, 131–142. <http://www.publish.csiro.au/rj/pdf/RJ12085>
- Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Panjehkeh, N. and Ghanbari, A. (2009). Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 66(3), 343–355. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207230902720170?journalCode=genv20>
- Almasi, A., Mousavi, A.R., Bakhshi, S. and Namdari, F. (2014). Dust storms and environmental health impacts. *Journal of Middle East Applied Science and Technology*, 8, 353–356. https://www.researchgate.net/publication/271211840_Dust_storms_and_environmental_health_impacts
- Stefanski, R. and Sivakumar, M.V.K. (2009). Impacts of Sand and Dust Storms on Agriculture and Potential Agricultural Applications of a SDSWS. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 7(1), 012016. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1307/7/1/012016/pdf>
- Shao, Y., Klose, M. and Wyrwoll, K.H. (2013). Recent global dust trend and connections to climate forcing. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118, 1–12. https://www.researchgate.net/publication/263182073_Recent_global_dust_trend_and_connections_to_climate_forcing_GLOBAL_DUST_TREND
- Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E. and Gill, T.E. (2002). Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. *Reviews of Geophysics*, 40, 2–31. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2000RG000095/full>
- Ginoux, P., Prospero, J.M., Gill, T.E., Hsu, N.C. and Zhao, M. (2012). Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on MODIS Deep Blue aerosol products. *Reviews of Geophysics*, 50. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2012RG000388/epdf>
- Stanelle, T., Bey, I., Raddatz, T., Reick, C. and Tegen, I. (2014). Anthropogenically induced changes in twentieth century mineral dust burden and the associated impact on radiative forcing. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119, 526–546. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014JD022062/epdf>

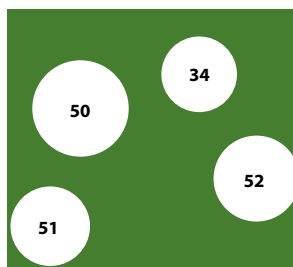
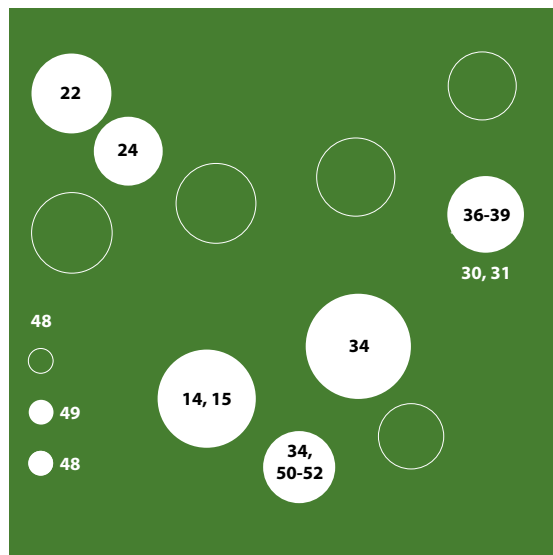


24. Mahowald, N.M., Kloster, S., Engelstaedter, S., Moore, J.K., Mukhopadhyay, S., McConnell, J.R., Albani, S., Doney, S.C., Bhattacharya, A., Curran, M.A.J. and Flanner, M.G. (2010). Observed 20th century desert dust variability: impact on climate and biogeochemistry. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10, 10875–10893. https://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/staff/klostersilvia/Mahowald_et_al_ACPD_2010.pdf
25. Gill, T.E. (1996). Eolian sediments generated by anthropogenic disturbance of playas: Human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. *Geomorphology*, 17, 207–228. https://www.researchgate.net/publication/222233193_Eolian_sediments_generated_by_anthropogenic_disturbance_of_playas_Human_impacts_on_the_geomorphic_system_and_geomorphic_impacts_on_the_human_system
26. McConnell, J.R., Aristarain, A.J., Banta, J.R., Edwards, P.R. and Simões, J.C. (2007). 20th-Century doubling in dust archived in an Antarctic Peninsula ice core parallels climate change and desertification in South America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(14), 5743–5748. <http://www.pnas.org/content/104/14/5743.full.pdf>
27. Marx, S.K., Kamber, B.S., McGowan, H.A. and Denholm, J. (2011). Holocene dust deposition rates in Australia's Murray-Darling Basin record the interplay between aridity and the position of the mid-latitude westerlies. *Quaternary Science Reviews*, 30(23), 3290–3305. https://www.researchgate.net/publication/232391398_Holocene_dust_deposition_rates_in_Australia's_Murray-Darling_Basin_record_the_interplay_between_aridity_and_the_position_of_the_mid-latitude_westerlies
28. Groll, M., Opp, C. and Aslanov, I. (2012). Spatial and temporal distribution of the dust deposition in Central Asia – results from a long term monitoring program. *Aeolian Research*, 9, 49–62. https://www.researchgate.net/publication/257708671_Spatial_and_temporal_distribution_of_the_dust_deposition_in_Central_Asia_-_results_from_a_long_term_monitoring_program
29. Ataniyazova, O.A. (2003). *Health and ecological consequences of the Aral Sea crisis*. In the 3rd World Water Forum, Regional Cooperation in Shared Water Resources in Central Asia, Kyoto, March 18 2003, Panel III: Environmental Issues in the Aral Sea Basin. http://www.caee.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/papers/atanizaova_wwf3.pdf
30. Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioac, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W.-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C.G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A. and Whetton, P. (2007). Regional Climate Projections. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter11.pdf>
31. 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. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_TS_FINAL.pdf
32. Han, Y., Dai, X., Fang, X., Chen, Y. and Kang, F. (2008). Dust aerosols: a possible accelerator for an increasingly arid climate in North China. *Journal of Arid Environments*, 72(8), 1476–1489. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196308000372>
33. Twohy, C. H., Kreidenweis, S. M., Eidhammer, T., Browell, E. V., Heymsfield, A. J., Bansemer, A. R., Anderson, B. E., Chen, G., Ismail, S., DeMott, P. J. and Van den Heever, S. C. (2009). Saharan dust particles nucleate droplets in eastern Atlantic clouds. *Geophysical Research Letters*, 36, L01807. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008GL035846/epdf>
34. UNEP, WMO and UNCCD (2016). *Global Assessment of Sand and Dust Storms*. United Nations Environment Programme, Nairobi. https://uneplive.unep.org/media/docs/assessments/global_assessment_of_sand_and_dust_storms.pdf
35. Xu, J. (2011). China's new forests aren't as green as they seem: impressive reports of increased forest cover mask a focus on non-native tree crops that could damage the ecosystem. *Nature*, 477(7365), 371–372. <http://www.nature.com/news/2011/110921/full/477371a.html>
36. Ouyang, Z., Zheng, H., Xiao, Y., Polasky, S., Liu, J., Xu, W., Wang, Q., Zhang, L., Xiao, Y., Rao, E. and Jiang, L. (2016). Improvements in ecosystem services from investments in natural capital. *Science*, 352(6292), 1455–1459. http://csis.msu.edu/sites/csis.msu.edu/files/Ecosystems_China_2016.pdf
37. Tan, M. and Li, X. (2015). Does the Green Great Wall effectively decrease dust storm intensity in China? A study based on NOAA NDVI and weather station data. *Land Use Policy*, 43, 42–47. https://www.researchgate.net/publication/268692474_Does_the_Green_Great_Wall_effectively_decrease_dust_storm_intensity_in_China_A_study_based_on_NOAA_NDVI_and_weather_station_data
38. Viña, A., McConnell, W.J., Yang, H., Xu, Z. and Liu, J. (2016). Effects of conservation policy on China's forest recovery. *Science advances*, 2(3), e1500965. <http://advances.sciencemag.org/content/2/3/e1500965.full>
39. UNEP (2015). Review of the Kubuqi Ecological Restoration Project: A Desert Green Economy Pilot Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8652/-Review_of_the_Kubuqi_Ecological_Restoration_Project_A_Desert_Green_Economy_Pilot_Initiative-2015Review_of_the_Kubuqi_Ecological_Restoration_Project.pdf?sequence=2&isAllowed=y
40. UNCCD (2017). Great Green Wall. United Nations Convention to Combat Desertification Secretariat, Bonn. <http://www.greatgreenwall.org/great-green-wall/>
41. Sacande, M. and Berrahmouni, N. (2016). Community participation and ecological criteria for selecting species and restoring natural capital with native species in the Sahel. *Restoration Ecology*, 24(4), 479–488. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.12337/abstract>
42. UNCCD (2005). *A Master Plan for Regional Cooperation for the Prevention and Control of Dust and Sandstorms*. The Regional Master Plan for the Prevention and Control of Dust and Sandstorms in North East Asia Volume 1. United Nations Convention to Combat Desertification Secretariat, Bonn. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/dustsandstorms_northeastasia.pdf

43. WMO (2015). *Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (SDS-WAS): Science and Implementation Plan 2015–2020*. World Weather Research Programme Report 2015-5. World Meteorological Organization, Geneva. https://www.wmo.int/pages/prog/arep/wrrp/new/documents/Final_WWRP_2015_5_SDS_IP.pdf
44. WMO (2017). Sand and Dust Storm Warnings website. World Meteorological Organization, Geneva. <https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/sand-and-dust-storm/sand-and-dust-storm-warnings>
45. WOCAT SLM (2017). The Global Database on Sustainable Land Management of the World Overview of Conservation Approaches and Technologies website. University of Bern, Berne. <https://qcat.wocat.net/en/wocat/>
46. FAO (2016). AQUASTAT website. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm
47. 2030 WRG (2015). The 2030 Water Resources Group website. <https://www.waterscarcitysolutions.org/#>

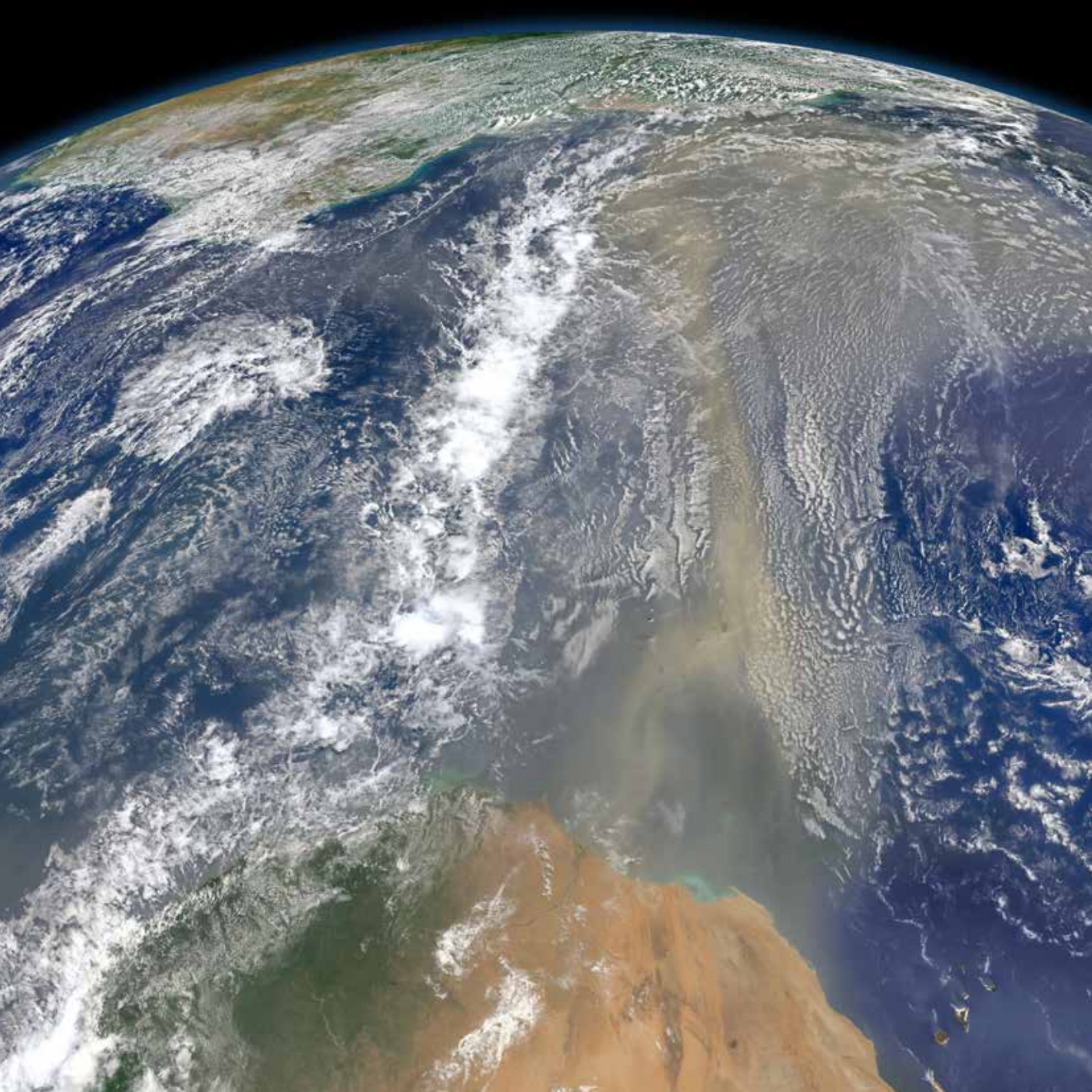
Список использованных графических материалов

48. ВОЗ (2006). *Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы — Глобальные обновленные данные, 2005 год*. Краткое изложение оценки риска. Всемирная организация здравоохранения, Женева. whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_rus.pdf?ua=1
49. Financial Tribune (2017). Dust Storms Slam Khuzestan Again. *Financial Tribune*, 29 January 2017. <https://financialtribune.com/articles/environment/58374/dust-storms-slam-khuzestan-again>
50. Tozer, P. and Leys, J. (2013). Dust storms - what do they really cost? *The Rangeland Journal*, 35, 131-142. <http://www.publish.csiro.au/rj/pdf/RJ12085>



51. Jugder, D., Shinoda, M., Sugimoto, N., Matsui, I., Nishikawa, M., Park, S-U., Chun, Y-S. and Park, M-S. (2011). Spatial and temporal variations of dust concentrations in the Gobi Desert of Mongolia. *Global and Planetary Change*, 78, 14-22. https://www.researchgate.net/publication/241100103_Spatial_and_temporal_variations_of_dust_concentrations_in_the_Gobi_Desert_of_Mongolia
52. Miri, A., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Panjehkeh, N. and Ghanbari, A. (2009). Environmental and socio-economic impacts of dust storms in Sistan Region, Iran. *International Journal of Environmental Studies*, 66, 343-355. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/002072309027201707?journalCode=genv20>

Шлейф пыли, переносимой ветром из Западной Африки в направлении Амазонии и Мексиканского залива, 25 июня 2014 года Ежегодно в Амазонию переносится не менее 40 миллионов тонн сахарского песка. Фотография предоставлена: Norman Kuring/NASA OceanColor Group





Неформальное поселение Инканини в Западно-Капской провинции, Южная Африка
Фотография предоставлена: MrNovel / Shutterstock

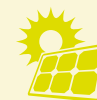
Гелиоэнергетические системы: удовлетворение спроса на энергию в неэлектрифицированных населенных пунктах

Городское население, не подключенное к электросетям

Обеспечение доступа к электроэнергии является основополагающим элементом устойчивого развития и необходимым средством удовлетворения базовых бытовых потребностей.¹ Отсутствие электроснабжения может сдерживать рост производительности труда, ограничивать возможности получения дохода и препятствовать улучшению условий жизни. В мировом масштабе почти 1,1 миллиарда человек по-прежнему живут без электричества, а еще один миллиард людей подключены к ненадежным и нестабильным электросетям.^{2,3} Несмотря на то, что за последние годы в таких странах, как Индия и Нигерия, был достигнут значительный прогресс в строительстве электросетей, к 2030 году, согласно прогнозам, почти 780 миллионов человек могут по-прежнему оставаться вне сетевого электроснабжения.² Требуется реализовать новые и экологически рациональные подходы к электрификации, выходящие за рамки устоявшихся норм, особенно в контексте

достижения Цели устойчивого развития по обеспечению всеобщего доступа к недорогому, надежному и современному энергоснабжению к 2030 году.

В наибольшей степени в автономных источниках энергии нуждаются сельские районы, однако следует признать, что с проблемой доступа к электроэнергии сталкиваются и городские жители. В наши дни около 48 процентов народонаселения развивающихся стран проживают в крупных городах, а к 2050 году их пропорциональная доля может возрасти до 63 процентов.⁴ Почти четверть городского населения живет в различного рода неформальных поселениях, и в процентном выражении их доля значительно больше в стремительно разрастающихся крупных городах Африки, Азии и Латинской Америки. Нарастающий спрос на инфраструктуру и базовые услуги — подходящее жилье, чистую воду и санитарию, а также доступное по цене и надежное энергоснабжение в таких формах, как электричество — как правило, обгоняет способность крупных городов удовлетворить потребности всех своих обитателей.



Предоставление базовых услуг людям, живущим в городских неформальных поселениях, является серьезной проблемой, масштабы которой варьируются в зависимости от того, каким образом муниципальные власти определяют их соответствие критериям снабжения, установленным официальными городскими службами. В том, что касается доступа к электроэнергии, актуальные проблемы включают закрепление земельных прав, признание законности проживания органами власти, нежелание заинтересованных сторон включаться в работу, цену услуг, рентабельность капиталовложений, произведенных поставщиком электроэнергии, и расстояние до существующих электросетей и других необходимых объектов инфраструктуры.⁵

Отсутствие официально закрепленного права владения участком, на котором стоит лачуга или дом, может стать непреодолимой преградой на пути подачи заявки в местную или общенациональную службу электроснабжения на официальное подключение.⁶ Поставщики электроэнергии озабочены вопросами окупаемости затрат на обслуживание этих общин: первой причиной для беспокойства является высокий показатель неисполнения финансовых обязательств, а второй — низкий уровень потребления электроэнергии. Эти проблемные вопросы связаны с низкими и ненадежными доходами людей, живущих в таких общинах.^{5,6}

Опасность возникновения пожаров представляет собой одну из главных угроз в неформальных поселениях по причине их высокой заселенности, скученности сооружений и жилых помещений и повсеместного использования керосиновых или парафиновых ламп, свечей и других источников энергии с открытым пламенем.^{7,8} Наличие потенциальных очагов возгорания и сопутствующее загрязнение

воздуха в помещениях должны убедить различные заинтересованные стороны в необходимости организации электроснабжения.⁹⁻¹¹ Однако, за подключением к электросети нескольких пользователей зачастую валом следуют незаконные и перегружающие сеть подключения, что создает значительные риски с точки зрения безопасности неформальных поселений как в привычной форме пожарной опасности, так и в виде риска смертельного электропоражения. Результаты обследований в Южной Африке свидетельствуют о том, что в некоторых неформальных поселениях более 30 процентов населения пользуются незаконным подключением к сети в качестве основного источника электроэнергии для удовлетворения своих нужд.⁵

Даже после подключения к электросети энергоснабжение может быть ненадежным. В некоторых развивающихся странах домохозяйства, давно подключенные к электросетям, могут приспособиться к регулярным отключениям, составляя графики пользования водяными насосами и подзарядки аккумуляторных батарей в периоды времени, когда энергоснабжение отличается наибольшей надежностью.¹² Даже в развитых странах случаются перебои с подачей электроэнергии, которую время от времени прекращают полностью, когда ураганы наносят свой удар, а также в форме веерных отключений, также известных под названием поочередный сброс нагрузки или чередование фидеров, когда другие экстремальные явления, например, аномальная жара, создают повышенную нагрузку на сети энергоснабжения.¹³ Слишком часто домохозяйства в развивающихся и развитых странах вкладывают средства в приобретение малогабаритных дизель-генераторов в качестве резервного источника. Эти генераторы загрязняют окружающую среду выбросами парниковых газов, ядовитыми выхлопами и досаждающим шумом.^{12, 13}



Вид Земли ночью, 2016 год

Фотография предоставлена: Земная обсерватория НАСА / НУОА НЦКД

Эволюция фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии

На протяжении десятилетий многосторонние учреждения, правительственные ведомства и неправительственные организации поощряли применение децентрализованных систем фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии в труднодоступной сельской местности, особенно в энергоснабжении коммунального хозяйства, например, в целях освещения школ и медпунктов, обеспечения обмена информацией и связи, эксплуатации общинных насосных станций и холодильников для хранения вакцин.^{14, 15} В наши дни эти системы могут рассматриваться как альтернативное решение, позволяющее избежать необходимости прокладки электросетей в любых районах развивающихся стран, где правительственные ведомства и частный сектор неспособны удовлетворить ожидания в отношении расширения и технического обслуживания электросетей, в том числе в неформальных городских поселениях.¹⁴

В последние годы отмечается рост популярности небольших распределенных гелиоэнергетических систем среди общин с низким уровнем дохода в Африке и Азии, где проживает не менее 95 процентов населения, не подключенного к электросетям.¹⁶⁻¹⁸ Эти системы варьируются от автономного светильника с встроенной фотоэлектрической панелью, аккумулятором и светодиодной лампой (СДЛ) до малогабаритных, или пикомасштабных, гелиоэнергетических блоков, оборудованных панелью, не менее чем одной СДЛ и аккумулятором и имеющих USB-разъемы для подзарядки мобильных телефонов или даже маломощных бытовых электроприборов.³ Цены на них находятся в диапазоне от 10 долл. США за гелиоэнергетический светильник до 50 долл. США за гелиоэнергетическое пикоустройство.

Эти относительно доступные по цене светильники на солнечных батареях открывают возможность повысить рентабельность вложенных средств, особенно с учетом длительных сроков их службы, по сравнению с регулярными расходами на керосин или парафин для осветительных фонарей, сухие батарейки для карманных фонарей или свечи.^{3, 19} Более мощные гелиопреобразователи для дома имеют аналогичные свойства и могут снабжать энергией несколько светильников и сравнительно более крупные бытовые приборы, работающие на постоянном токе, такие как радиоприемник, вентилятор, телевизор и даже холодильник.

Многие люди, не имеющие доступа к электросетям в Африке к югу от Сахары, тратят порядка 10–30 процентов дохода своих домохозяйств на покупку керосина, а в Африке к югу от Сахары и Азии освещение с помощью керосина обходится малоимущим слоям населения в почти 15,7 млрд долл. США в год.^{20, 21} Замена керосиновых фонарей светильниками на солнечных батареях означает значительную экономию денежных средств в домохозяйствах на протяжении всего срока службы такого осветительного прибора, а также значительное сокращение масштабов использования открытого пламени в фонарях и свечей, что уменьшает подверженность воздействию загрязненного воздуха в помещениях и риск возникновения пожаров в неформальных поселениях.^{11, 21-23} Эти пикоустройства на солнечных батареях и гелиопреобразователи для дома становятся

привлекательными для все более широкого спектра населения, не подключенного к электросетям, чем когда-либо ранее.

Следует отметить продолжающееся снижение цен на различные компоненты фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии и стремительное продвижение вперед в разработке соответствующих технологий. За период 2008–2016 годов себестоимость производства фотоэлектрических преобразователей на основе поликристаллического кремния снизилась на 85 процентов благодаря повышению эффективности технологических процессов и эффекту масштаба.²¹

Прогресс в области технологий производства светодиодов привел к повышению их эффективности — повышению светоотдачи на единицу потребляемой электроэнергии. Вызывающие сильное загрязнение окружающей среды свинцово-кислотные аккумуляторные батареи выходят из употребления, а им на смену идут литий-ионные аккумуляторы с повышенными эксплуатационными характеристиками, более продолжительным сроком службы, а также более эффективным режимом ускоренной подзарядки.²⁴ Хотя аккумуляторные батареи являются наиболее дорогостоящим компонентом гелиопреобразователя для дома, за последние пять лет цена на литий-ионные аккумуляторы упала почти на 65 процентов и, как ожидается, будет уменьшаться и дальше по причине их широкого использования в портативных компьютерах и других устройствах.²¹



Керосиновые фитильные лампы, изготовленные из утилизированных консервных банок

С любезного разрешения Эвана Миллса

Автономные гелиоэнергетические системы

Городское население, не подключенное к электросетям



Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии

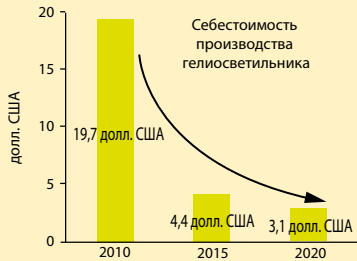
Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии варьируются от **гелиосветильника**, малогабаритной системы на солнечных батареях или **гелиоэнергетического пикостройства**, обеспечивающего электропитание одной осветительной лампы, до **гелиоэнергетической системы для дома** с большей емкостью аккумулятора, которая может обеспечить электропитание нескольких осветительных приборов с СДЛ и бытовых приборов, работающих на постоянном токе

Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии завоевывают все большую популярность среди не подключенных к электросетям групп населения в сельских и городских районах, особенно в Африке и Южной Азии

Согласно оценкам, не подключенное к электросетям население Африки и Южной Азии ежегодно расходует **14,4 млрд долл. США** и **6,6 млрд долл. США**, соответственно, на покупку керосина и ламп, карманных фонарей и свечей

Гелиосветильники и гелиоэнергетические пикостройства постепенно заменяют традиционные **малоэффективные источники** света

Цены падают



Продажи растут



Затраты на аккумуляторы уменьшаются



Разнообразные модели хозяйствования



Проблемы и возможности

Хорошо продуманные политические установки и ясная концепция использования возобновляемых источников энергии в сочетании с достижениями **научно-технического прогресса** и **рыночными инновациями** могут побудить еще не подключенные к электросетям общины продолжать пользоваться экологически чистыми источниками энергии, продвигаясь по пути устойчивого развития

Согласно прогнозам, в ближайшие десятилетия объемы **электронных отходов** в виде отработавших гелиоэнергетических устройств будут увеличиваться в геометрической прогрессии. Это потребует принять экологически обоснованный порядок обращения с отработавшими изделиями, но одновременно откроет новые возможности предпринимательской деятельности на рынках рециклирования отходов

Автономные гелиоэнергетические системы могут обеспечить создание **сотен тысяч** рабочих мест во всей производственно-сбытовой цепочке

Согласно оценкам Программы ООН по окружающей среде, переход к эффективным автономным системам освещения, вероятно, создаст **в 30 раз больше рабочих мест**, чем освещение на основе сжигания топлива

Новаторские методы продвижения автономных гелиоэнергетических систем на рынке

Одним из ключевых факторов, создающих возможность вывода гелиоэнергетических систем на рынок в неформальных поселениях, являются новаторские методы построения моделей хозяйственной деятельности.^{16, 25, 26} Хотя розничные цены на гелиоэнергетические пикоустройства и гелиопреобразователи для дома могут оказаться посильными для некоторых людей, те слои не подключенного к электросетям населения, которые располагают наименьшими доходами, не могут позволить себе покупку базового оборудования. Многие малые предприятия и начинающие свою деятельность компании предлагают финансовые схемы, чтобы помочь потребителям преодолеть барьер первоначальных затрат, преследуя цель выхода на положительную рентабельность с течением времени посредством завоевания значительной доли рынка.^{16, 17, 19}

Некоторые из этих схем предусматривают оплату людьми таких же небольших сумм, которые они платили за керосин. В рамках одной из схем оплаты счетов по мере поступления доходов покупатель оплачивает небольшой взнос при покупке гелиоэнергетической системы, а затем производит регулярные платежи на ежедневной, еженедельной или ежемесячной основе. Если платеж не производится, система автоматически деактивируется. По завершении платежей покупатель получает право собственности на изделие. Эта схема нередко используется в сочетании с существующими системами платежных услуг на основе мобильных телефонов, которые являются устоявшимися деловыми предприятиями в таких регионах, как некоторые части Африки к югу от Сахары.^{17, 27}

В Индии почти треть городского населения страны проживает в неформальных поселениях.²⁸ Согласно оценкам, приведенным в докладе о результатах обследования неформальных поселений в Дели, среднемесячный доход этих людей составляет всего лишь 105 долл. США (6 676 индийских рупий) на одного жителя, и 90 процентов этой суммы расходуется в течение месяца.²⁹ Большинство компаний предлагают схемы финансирования для целей обслуживания наиболее социально отчужденных семей — мигрантов из сельской местности, переехавших в неформальные поселения, расположенные в пределах стремительно разрастающихся крупных городов Индии.

Не имея адреса официальной регистрации и проживая в новом месте менее десяти лет, эти семьи не могут получить доступа к традиционным финансовым услугам. Некоторые компании нанимают на работу местных мужчин и женщин, которые обходят неформальные поселения от двери к двери, предлагая продукцию на доступных по цене условиях оплаты.³⁰ Покупатели могут купить светильник на солнечных батареях в рассрочку с оплатой в течение 5–8 недель. Ряд компаний пошли еще дальше и налаживают деловые взаимоотношения с микрофинансовыми учреждениями, чтобы расширить диапазон вариантов финансирования, предлагаемых потребителям с наименьшими доходами.³¹

В Южной Африке, даже по завершении программы электрификации и жилищного строительства постапартеидного периода, почти четверть

▶ Видеоматериал: Почему гелиоэнергетика столь быстро распространяется в Африке

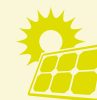


Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=tkvbZ0ADmz0> © The Economist
Фотография предоставлена: Габриэла Геммо Бельтран

Оценочное количество абонентов сетей мобильной связи, живущих без подключения к электросетям



Источник данных: Nique (2013)³²



населения живет в неформальных поселениях без электричества.³² Проект на основе принципов устойчивого развития под руководством Стелленбосского университета преследовал цель улучшения условий жизни 4 500 обитателей Инкнанини — не подключенного к электросетям неформального поселения в Западно-Капской провинции.³³⁻³⁵ Основанные на использовании энергоэффективных технологий мероприятия включали переориентацию жилищ с целью оптимизации их пассивного гелиоэнергетического потенциала, улучшение теплоизоляции зданий и создание систем сбора атмосферных осадков.

В рамках этого проекта была создана коммерческая автономная гелиоэнергетическая станция, обслуживавшая данное поселение, в расчете на то, что впоследствии эту модель можно будет распространить в более широких масштабах для энергоснабжения других поселений, не подключенных к электросетям. Гелиоэнергетические системы для дома — фотоэлектрическая панель, два светильника с СДЛ для установки в помещении, один телевизор, уличный фонарь направленного света и зарядные устройства для телефона — предлагались постоянным жителям на условиях платы за услуги. Покупатели оплачивали сбор за установку в размере 14 долл. США (200 южноафриканских рандов) и производили ежемесячные арендные платежи в размере 11 долл. США (150 южноафриканских рандов).³³

Учрежденная в рамках проекта компания нанимает на работу персонал из числа жителей поселения и отвечает за развертывание и техническое обслуживание системы. Эта модель хозяйственной деятельности была принята некоторыми муниципальными органами власти других неформальных поселений в Южной Африке.³⁶⁻³⁸

Отдельно стоящие гелио-киоски представляют собой еще одну уникальную форму новаторского хозяйствования, в которой солнечная энергия используется для обслуживания не подключенных к электросетям общин за пределами их домов. Малогабаритный

▶ Видеоматериал: Пользуется большим спросом: гелио-киоск в Руанде



Видеоматериал доступен по адресу:
<https://www.youtube.com/watch?v=QpuKLasOnSo>

Фото воспроизводится с любезного разрешения Генри Ньякарунди / Африканского дистрибьютора возобновляемых источников энергии

© DW English

Периодичность и продолжительность перебоев сетевого энергоснабжения

(показаны только регионы с превышением общемирового среднего значения)

Число случаев отключения энергоснабжения в месяц

В среднем по всему миру



Африка к югу от Сахары



Ближний Восток и Северная Африка



Южная Азия



Средняя продолжительность каждого отключения (в часах)



Источник данных: Обследования предприятий, проведенные Всемирным банком, <http://www.enterprisesurveys.org>

передвижной гелио-киоск оборудован несколькими фотоэлектрическими панелями и литий-ионным аккумулятором, способным обеспечивать питание 10–80 мобильных телефонов одновременно, а некоторые из них даже обеспечивают возможность подключения к широкополосным беспроводным сетям связи.^{39,40} Более крупные гелио-киоски представляют собой стационарные сооружения, на крышах которых установлены солнечные панели.⁴¹ Функционируя наподобие бакалейной лавки, этот киоск предлагает целый ряд товаров, таких как приборы, работающие от солнечных батарей, мобильные телефоны, расходные материалы, лекарства, а также услуги по подзарядке телефонов и подключению к сети Интернет. Разнообразные гелио-киоски распространяются по просторам Африки, где 135 миллионов абонентов сетей мобильной связи живут без электричества в их домах.⁴²

Продолжение движения вперед по пути использования возобновляемых источников энергии

Гелиоэнергетическое пикоустройство — это всего лишь первый шаг на пути, продвигаясь по которому семья может выволить себя из тисков дефицита энергоресурсов. Будь то при электроснабжении жилья в сельской местности, пригородах или городских районах, небольшой по размеру системы на первых порах может оказаться достаточно, но по мере роста своей покупательной способности в условиях продолжающегося снижения цен люди будут стремиться достичь большего. Это открывает широкий спектр возможностей дальнейшего продвижения вперед по пути гелиоэнергетики, а не переключения на использование электросетей, работающих за счет сжигания угля и нефти. В 2016 году на долю ископаемых видов топлива приходилось около 80 процентов производства электроэнергии в Африке и 60 процентов в Южной Азии.^{43, 44}

Чтобы оставаться на пути устойчивого развития и повышать эффективность решений, основанных на использовании возобновляемых источников энергии, следует принять во внимание ряд факторов, оказывающих влияние на расширение рынка гелиоэнергетических систем. В их число входят необходимость разработки стандартов качества, обеспечения осведомленности потребителей, финансовой поддержки, решения проблемы обращения с отработанными электронными устройствами и электроприборами, а также переориентации политических курсов правительств.^{17, 25}

Во многих развивающихся странах гелиоэнергетические устройства имеются в широком доступе годами, если не десятилетиями. Зачастую эти изделия отличались неважным качеством или непродолжительными сроками службы. Решения о внедрении автономных гелиоэнергети-

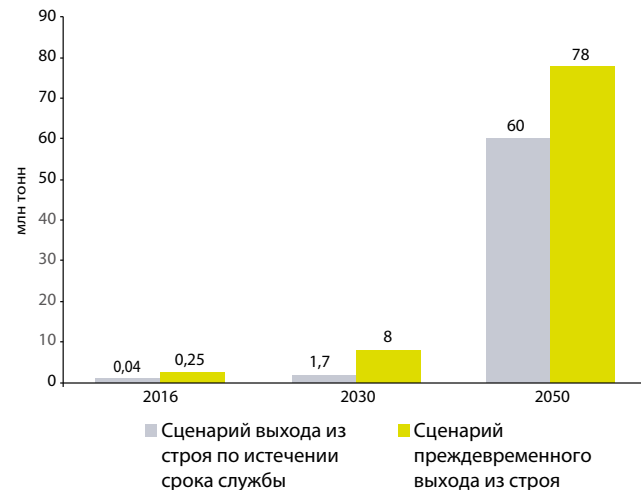
 **Видеоматериал: Гелиоэнергетика для Африки к 2030 году**



Видеоматериал доступен по адресу:
<https://www.youtube.com/watch?v=Bb85u6OeWYw>
 Фотография предоставлена: MrNovel / Shutterstock.com

© CGTN Africa

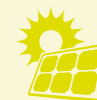
Обзор глобальных прогнозов по отработанным фотоэлектрическим панелям на период 2016–2050 годов



Источник: Адаптировано на основе публикации IRENA and IEA-PVPS (2016)⁴⁷

ческих систем может зависеть от сегодняшнего восприятия продукции, предлагаемой на рынке. Отрицательный опыт использования низкокачественных непатентованных изделий может отпугнуть сегодняшних и завтрашних потенциальных потребителей. Решению этой проблемы может способствовать принятие мер одновременно по двум направлениям. Первый путь заключается в принятии более жестких стандартов качества в отношении продукции как таковой, а также предоставления гарантий обратной приемки и утилизации отработанных устройств поставщиками услуг. Второй путь состоит в повышении осведомленности потребителей о том, что более высокое качество отныне является стандартным требованием к изделиям как таковым, а также к услугам, предоставляемым в связи с их куплей-продажей, а также о наличии более длительных и стимулирующих схем оплаты покупок.²⁵

Отсутствие оборотного капитала у компаний, особенно тех из них, которые предоставляют финансирование конечным пользователям, может ограничить развитие рынка. Для смягчения этих проблем можно разработать программы оказания поддержки, и уже реализованные модели хозяйственной деятельности служат хорошим примером того, что именно можно предпринять.^{5, 16, 17, 25} Будущий спрос на гелиоэнергетические системы для дома повышенной мощности также помогут расширить существующие рынки и подстегнуть коммерческую заинтересованность и капиталовложения со стороны частных инвесторов, банков развития и доноров. В 2016 году не менее 60 млн долл. США было вложено в две компании в Африке, предлагающие более крупные и дорогостоящие гелиоэнергетические системы для дома, нежели первоначальные операторы, работавшие на условиях оплаты счетов по мере поступления доходов.⁴⁵ Эти гелиоэнергетические компании, работающие в рассрочку, вероятно, преследуют цель формирования нового рынка для потребителей с более высоким уровнем дохода, которые, возможно, уже подключены к ненадежной электросети.



Еще одна актуальная проблема заключается в электронных отходах, образующихся из все увеличивающегося объема используемых изделий. Хотя литий-ионные аккумуляторы считаются менее токсичными по сравнению со свинцово-кислотными, они также могут загрязнять окружающую среду, учитывая, что в них содержатся самые разнообразные химические вещества.⁴⁶ В настоящее время лишь немногие производители поставляют запасные части или обеспечивают утилизацию старых аккумуляторов по окончании их срока службы.^{47,48} Аналогичным образом, панели на основе поликристаллического кремния вызывают беспокойство в связи с тем, что они также содержат токсичные вещества, такие как кадмий и свинец. Если покупатели получили бы возможность менять приобретенные изделия широкого потребления на товары более высокого качества с помощью программ обратной приемки, рынки рециклирования отходов могли бы обрести жизнеспособность и снизить риск загрязнения окружающей среды. Следует также отметить, что нормативные правила обращения с электронными отходами могут не содержать конкретных положений в отношении фотоэлектрических панелей во многих странах, где малогабаритные гелиоэнергетические системы набирают популярность.⁴⁷

Актуальные проблемы вмешательства со стороны правительств включают факторы неопределенности в отношении возможного выбора политических установок в том, что касается отражения возможности внесетевой электрификации в национальных, областных и муниципальных стратегиях и их осуществления. Наряду с этим, во многих странах в течение многих лет практикуется субсидирование покупок керосина гражданами в целях смягчения недовольства в связи с невыполненными обещаниями обеспечить сетевое энергоснабжение. Хотя в некоторых рекомендациях содержится настоятельный призыв к отмене субсидий на покупку керосина, другой путь заключается в том, чтобы позволить покупателям, не подключенным к электросетям, использовать эти субсидии для приобретения гелиоэнергетических систем. Когда эти системы будут оплачены в полном объеме, останется вопрос, следует ли продолжать предоставление таких субсидий. Помимо этого, компании внесетевого энергоснабжения предлагают положить конец практике возведения налогового-бюджетных и импортных барьеров, таких как высокие импортные тарифы и обложение гелиоэнергетической продукции налогом на добавленную стоимость, которые могут значительно увеличить цену этих изделий.^{19,25}

Наконец, имеются требующие своего решения проблемы, связанные с наращиванием потенциала за рамками мероприятий по повышению осведомленности широкой общественности. Компании и общины нуждаются в квалифицированной и умелой рабочей силе, способной поддержать развитие этого сектора. Следует иметь в наличии курсы профессиональной подготовки и программы обучения ремеслу, особенно для членов местной общины, которая будет формировать соответствующий рынок.^{3,25} В ближайшем будущем автономные системы энергоснабжения создадут сотни тысяч рабочих мест во всей производственно-сбытовой цепочке и могли бы проложить путь к избавлению от тисков нищеты для тех, кто обучается устанавливать более крупные гелиоэнергетические системы для дома и проводить их техническое обслуживание.^{25,49} Согласно оценкам, приведенным в исследовании, которое было проведено под эгидой Программы ООН по окружающей среде в Западной Африке, переход к эффективным

автономным системам освещения, вероятно, создаст в 30 раз больше рабочих мест, чем освещение на основе сжигания топлива.⁵⁰

При наличии правильных политических установок и нормативных правил использования возобновляемых источников энергии, а также ясного видения будущих возможностей, распределенные гелиоэнергетические системы наших дней могли бы стимулировать реализацию права выбора в не подключенных к электросетям общинах, проживающих в сельской местности и городских районах. Это могло бы стать одним из ключевых компонентов осуществления Целей устойчивого развития в плане обеспечения всеобщего доступа к недорогому, надежному и современному энергоснабжению к 2030 году, а также искоренения нищеты.

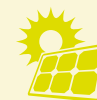


Женщина на курсах подготовки в колледже Бэрфут обучается методам установки, ремонта и технического обслуживания гелиоэнергетических систем для своего дома в штате Раджастан, Индия

Фотография предоставлена: Knut-Erik Helle, на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0

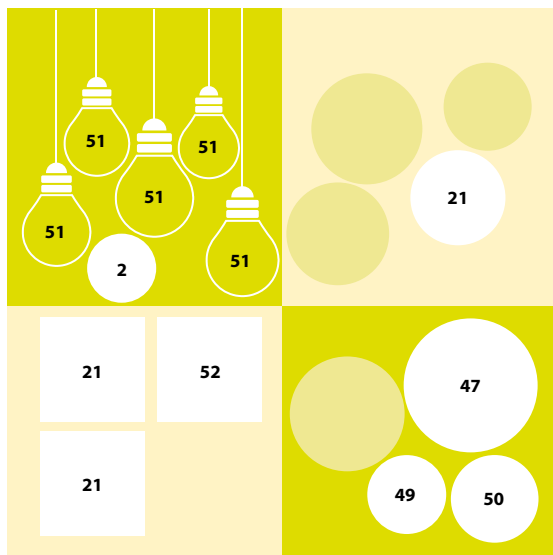
Список использованной литературы

- GEA (2012). *Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg, Austria. http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/Global_Energy_Assessment_FullReport.pdf
- International Energy Agency and the World Bank (2015). *Sustainable energy for all 2015—Progress toward sustainable energy*. The World Bank, Washington DC. <http://www.se4all.org/sites/default/files/GTF-2105-Full-Report.pdf>
- UNEP (2015). *Developing effective off-grid lighting policy: Guidance note for governments in Africa*. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://www.enlighten-initiative.org/portals/0/documents/Resources/publications/OFG-publication-may-BDef.pdf>
- UNDESA (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, New York. <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.Pdf>
- Gaunt, T., Salida, M., Macfarlane, R., Maboda, S., Reddy, Y. and Borchers, M. (2012). *Informal Electrification in South Africa: Experience, Opportunities and Challenges*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. http://www.cityenergy.org.za/uploads/resource_116.pdf
- Reddy, Y. and Wolpe, P. (2015). *Tackling urban energy poverty in South Africa*. Sustainable Energy Africa, Cape Town. <http://www.sustainable.org.za/uploads/files/file72.pdf>
- Kazerooni, Y., Gyedu, A., Burnham, G., Nwomeh, B., Charles, A., Mishra, B., Kuah, S.S., Kushner, A.L., Stewart, B.T. (2015). Fires in refugee and displaced persons settlements: The current situation and opportunities to improve fire prevention and control. *Burns*, 42, 1036-1046. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417915003861>
- Kimemeia, D.K., Vermaak, C., Pachauri, S. and Rhodes, B. (2014). Burns, scalds and poisonings from household energy use in South Africa: Are the energy poor at greater risk? *Energy for Sustainable Development*, 18, 1-8. https://www.researchgate.net/publication/259519739_Burns_scalds_and_poisonings_from_household_energy_use_in_South_Africa_Are_the_energy_poor_at_greater_risk
- Jacobson, A., Bond, T.C., Lam, N.L. and Hultman, N. (2013). *Black carbon and kerosene lighting: An opportunity for rapid action on climate change and clean energy for development*. Global Economy and Development Policy Paper 2013-03. The Brookings Institution, Washington DC https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/04_climate_change_clean_energy_development_hultman.pdf
- Lam, N.L., Smith, K.R., Gauthier, A. and Bates, M.N. (2012). Kerosene: A review of household uses and their hazards in low-and middle income countries. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, Critical Reviews*, 15(6), 396–432. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3664014/pdf/nihms447641.pdf>
- Mills, E. (2016). Identifying and reducing the health and safety impacts of fuel-based lighting. *Energy for Sustainable Development*, 30, 30-59. https://www.researchgate.net/publication/290975529_Identifying_and_reducing_the_health_and_safety_impacts_of_fuel-based_lighting
- Mukwaya, P.I. (2016). Urban Adaptation to Energy Insecurity in Uganda. *Current Urban Studies*, 4, 69-84. https://file.scirp.org/pdf/CUS_2016032414011321.pdf
- Ghanem, D.A., Mander, S. and Gough, C., 2016. "I think we need to get a better generator": Household resilience to disruption to power supply during storm events. *Energy Policy*, 92, pp.171-180.
- Frame, D., Tembo, K., Dolan, M.J., Strachan, S.M. and Ault, G.W. (2011). A community based approach for sustainable off-grid PV systems in developing countries. In The Electrification of Transportation and the Grid of the Future, the report of the 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting, Detroit, MI, United States, 24-28 July 2011. https://www.strath.ac.uk/media/departments/eee/cred/Conference_Paper.pdf
- UNDP (2004). *Solar Photovoltaics in Africa: Experiences with financing and delivery models-Lesson for the future*. Monitoring and evaluation report series, Issue 2. United Nations Development Programme, New York and Global Environment Facility, Washington DC. http://www.undp.org/content/undp/en/home/librariypage/environment-energy/sustainable_energy/solar_photovoltaicsinfricaexperienceswithfinancinganddeliverymo.html
- Nygaard, I., Hansen, U.E. and Larsen, T.H. (2016). The emerging market for pico-scale solar PV systems in Sub-Saharan Africa: From donor-supported niches toward market-based rural electrification. UNEP DTU Partnership, Copenhagen.
- REN21 (2016). *Renewables 2016 Global Status Report*. REN21 Secretariat, Paris. <http://www.ren21.net/GSR-2016-Report-Full-report-EN>
- UN-HABITAT (2016). *Urbanization and Development: Emerging Futures*. World Cities Report 2016. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. <https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/03/WCR-%20Full-Report-2016.pdf>
- Lysen, E.H. (2013). Pico Solar PV Systems for Remote Homes: A new generation of small PV systems for lighting and communication. Report IEA-PVPS T9-12: 2012. International Energy Agency, Paris. http://iea-pvps.org/index.php?id=299&elD=dam_frontend_push&docID=1433
- SolarAid (2013). *Facts about kerosene, solar and SolarAid*. SolarAid factsheet. <https://www.solar-aid.org/assets/Uploads/Publications/Facts-about-kerosene-solar-and-SolarAid.pdf>
- BNEF and Lighting Global (2016). *Off-grid solar market trends report 2016*. Bloomberg New Energy Finance, New York and Lighting Global, Washington DC. https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2016/03/20160303_BNEF_WorldBankIFC_Off-GridSolarReport_.pdf
- UN-HABITAT (2009). *Promoting Energy Access for the urban poor in Africa: Approaches and Challenges in Slum Electrification*. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/8292_16690_GENUS%20AFRICA.EGM%20Final%20Report.pdf

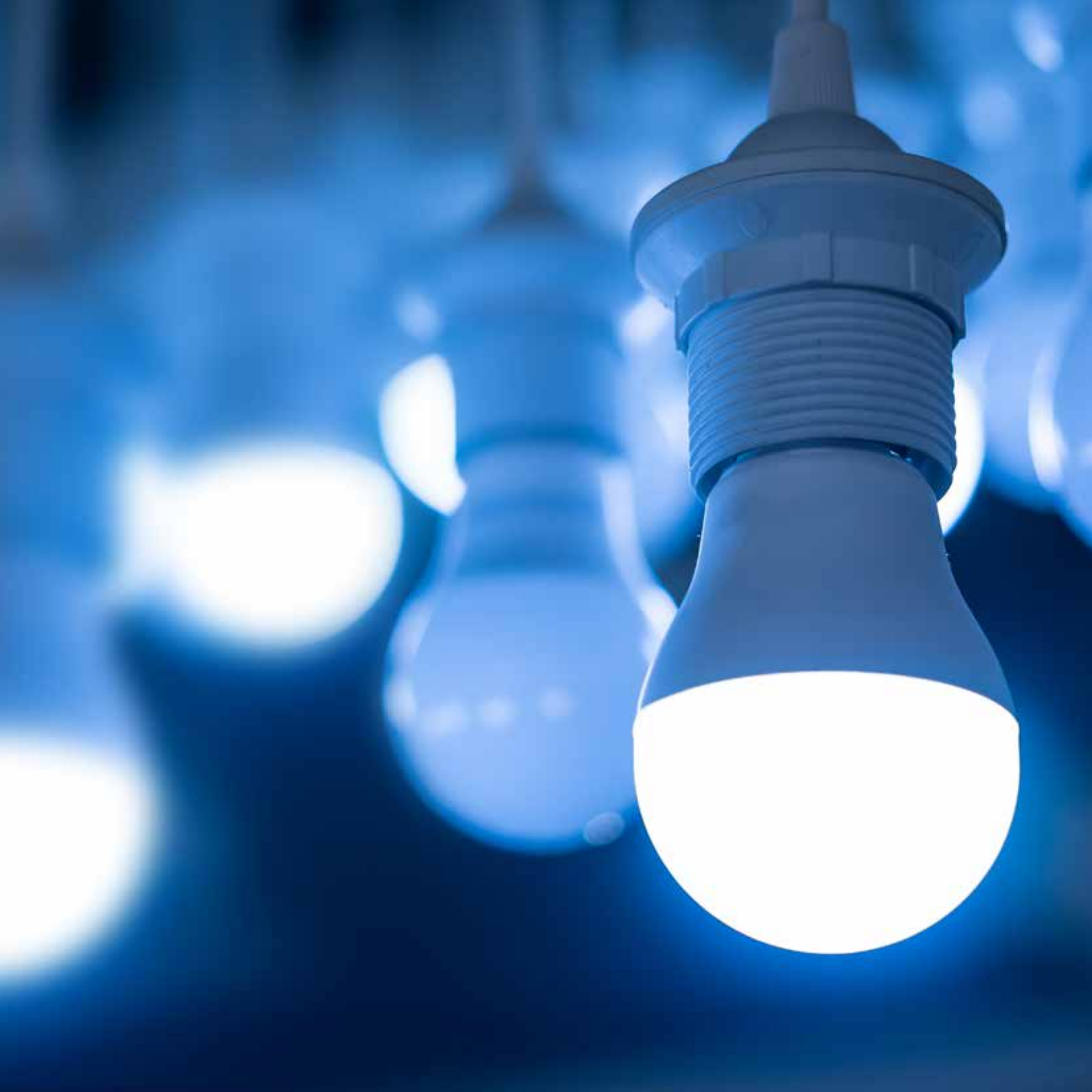


23. UN-HABITAT (2012). Enhanced Energy Access for Urban Poor Practice Casebook. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi. http://www.avsi-usa.org/uploads/6/7/4/2/67429199/avsi___coelba3.pdf
24. Phadke, A.A., Jacobson, A., Park, W.Y., Lee, G.R., Alstone, P. and Khare, A. (2015). Powering a Home with Just 25 Watts of Solar PV. Super-Efficient Appliances Can Enable Expanded Off-Grid Energy Service Using Small Solar Power Systems. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.
25. Diecker, J., Wheeldon, S., and Scott, A. (2016) Accelerating access to electricity in Africa with off-grid solar: Policies to expand the market for solar household solutions. Overseas Development Institute, London UK.
26. McKibben, B. (2017) The Race to Solar Power Africa. *The New Yorker*, 26 June 2017. <http://www.newyorker.com/magazine/2017/06/26/the-race-to-solar-power-africa>
27. IEA and World Bank (2015). Sustainable Energy for All 2015 – Progress Toward Sustainable Energy. World Bank, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22148>
28. Corrigan, G. and Di Battista, A. (2015). 19 charts that explain India's economic challenge. World Economic Forum website. <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/19-charts-that-explain-indias-economic-challenge/>
29. PRIA (2014). Government led exclusion of the urban poor: A greater contribution though a lesser recipient. Delhi Study Report 2014. The Society for Participatory Research in Asia, Delhi. https://terrarurban.files.wordpress.com/2014/01/delhi-study_april-2014.pdf
30. Pollinate Energy (2017). Pollinate Energy website. <https://pollinateenergy.org/>
31. Davidsen, A., Pallassana, K., Singh, J., Shiv, J., Walker, P., Parrish, S. and Sitsabeshan, S. (2015). The business case for off-grid energy in India. The Climate Group. <https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/archive/files/The-business-case-for-offgrid-energy-in-India.pdf>
32. Department of Energy (2012). A survey of energy-related behaviour and perceptions in South Africa: The residential sector. Department of Energy, Government of the Republic of South Africa. <http://www.energy.gov.za/files/media/Pub/Survey%20of%20Energy%20related%20behaviour%20and%20perception%20in%20SA%20-%20Residential%20Sector%20-%202012.pdf>
33. Lemaire, X. and Kerr, D. (2014). The iShack Project in Enkanini, Stellenbosch, South Africa. Supporting Africa Municipalities in Sustainable Energy Transitions (SAMSET) website. <https://samsetproject.wordpress.com/2014/12/20/the-ishack-project-in-enkanini-stellenbosch-south-africa/>
34. SM and CORC (2012). Enkanini (Kayamandi) household enumeration report. Stellenbosch Municipality and Community Organisation Resource Centre. <http://sasdialliance.org.za/wp-content/uploads/docs/reports/Enumerations/Enkanini%20Final%20Report.pdf>
35. Wilde, S. (2015). iShack delivers power (and television) to the people. Mail & Guardian, 13 March 2015. <https://mg.co.za/article/2015-03-13-ishack-delivers-power-and-television-to-the-people>
36. Kovacic, Z., Smit, S., Musango, J.K., Brent, A.C. and Giampietro, M. (2016). Probing uncertainty levels of electrification in informal urban settlements: A case from South Africa. *Habitat International*, 56, 212-221. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397515302356>
37. Lemaire, X. and Kerr, D. (2016). Informal Settlements – Electrification and Urban Services. SAMSET Policy Brief. UCL Energy Institute, London.
38. Murugan, S. (2013). Solar energy lights up Ekurhuleni's informal settlements. *Vuk'uzenzele*, June 2013. <http://www.vukuzenzele.gov.za/solar-energy-lights-ekurhuleni-s-informal-settlements>
39. ARED (2017). Our solutions. African Renewable Energy Distributor. <http://www.a-r-e-d.com/>
40. Juabar (2017). Our design process. Juabar Design. <http://juabar.com/>
41. SOLARKIOSK (2017). One Solution—Various Purposes. SOLARKIOSK. <http://solarkiosk.eu/product/>
42. Nique, M. (2013). Sizing the opportunity of mobile to support energy and water access. GSMA, London. https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2013/12/Sizing-the-Opportunity-of-Mobile_Nov-2013.pdf
43. UNEP (2017). Atlas of Africa Energy Resources. United Nations Environment Programme, Nairobi. <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/20476>
44. Shukla, A.K., Sudhakar, K. and Baredar, P. (2016). Renewable energy resources in South Asian countries: Challenges, policy and recommendations. *Resource-Efficient Technologies*, 1-5. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405653716302299>
45. Bloomberg New Energy Finance (2017). 1Q 2017 Off-grid and mini-grid market outlook. *Climatescope 2016* website. <http://global-climatescope.org/en/off-grid-quarterly/q1-2017/>
46. Wang, X. (2014). Managing end-of-life lithium-ion batteries: An environmental and economic assessment. Thesis, Rochester Institute of Technology, New York. <http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9337&context=theses>
47. IRENA and IEA-PVPS (2016), "End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels," International Renewable Energy Agency and International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf
48. Industry Opinion on Lifecycle and Recycling (2014). The Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht, https://www.gogla.org/sites/default/files/recourse_docs/gogla-industry-opinion-on-lifecycle-and-recycling1.pdf
49. Mills, E., 2016. Job creation and energy savings through a transition to modern off-grid lighting. *Energy for Sustainable Development*, 33, pp.155-166.
50. UNEP (2014). Light and livelihood: A bright outlook for employment in the transition from fuel-based lighting to electrical alternatives. United Nations Environment Programme, Nairobi. http://www.ecreee.org/sites/default/files/light_and_livelihood_-_a_bright_outlook_for_employment.pdf

Список использованных графических материалов



51. World Bank (2017). World Development Indicators. The World Bank, Washington DC. <http://databank.worldbank.org/data/>
52. GOGLA (2017). *Global off-grid solar market report July-December 2016: Semi-annual sales and impact data*. Global Off-Grid Lighting Association, Utrecht. https://www.gogla.org/sites/default/files/recource_docs/final_sales-and-impact-report_h22016_full_public.pdf





Тысячи людей, вынужденных покинуть свои дома по причине наводнений и конфликта, в окрестностях города Джоухар, Сомали, в 2013 году
Фотография предоставлена: Фото ООН / Тобин Джонс (Tobin Jones)

Перемещение населения по экологическим причинам: мобильность человека в эпоху антропоцена

Что такое перемещение населения по экологическим причинам?

Мы живем в эпоху беспрецедентной мобильности — перемещения идей, товаров, денег и, во все большей степени, людей. Двести пятьдесят миллионов людей живут и работают за пределами страны своего рождения. Еще 750 миллионов человек мигрируют в пределах своих собственных стран.¹

Масштабы и темпы мобильности человека в сочетании с численностью народонаселения мира, которая, согласно прогнозам, достигнет 9 миллиардов человек уже к середине нынешнего столетия, определяют нашу новую демографическую реальность. Миграция является крайне важной движущей силой развития и прогресса, открывающей новые возможности перед отдельными лицами и их семьями, а также распространяющей идеи и объединяющей мир. Но это явление, как показывает опыт, также становится причиной политических разногласий.

В то же самое время мы живем в эпоху беспрецедентных изменений в окружающей среде. Деятельность человека трансформировала нашу планету настолько глубоко, что ученые выдвигают предположения, согласно которым мы вступили в новую геологическую эпоху, которую они называют «антропоценом».

Экологические изменения и деградация окружающей среды — опустынивание, обезлесение, деградация земель, изменение климата и нехватка водных ресурсов — коренным образом перекраивают карту нашего мира. Деградация окружающей среды оказывает негативное влияние на то, где и как люди способны жить. Она служит движущей силой перемещения людей и вынужденной миграции, ставя под угрозу их жизни и лишая их средств к существованию до непереносимой степени, особенно среди беднейших и наиболее уязвимых слоев населения.

Тем временем, вооруженные конфликты приводят к возникновению новых потоков людей, бегущих от насилия либо в пределах своих стран



(внутреннее перемещение), либо через международные границы (беженцы). Результаты анализа гражданских войн за последние 70 лет указывают на то, что не менее 40 процентов из них неразрывно связаны с оспариванием права контроля над природными ресурсами, такими как земельные угодья, водные ресурсы, полезные ископаемые или нефть, или их использования.² К концу 2016 года более 65 миллионов человек являлись беженцами или внутренне перемещенными лицами — их численность стала больше, чем в любой иной период со времени окончания Второй мировой войны, а 128 миллионов человек нуждались в гуманитарной помощи.^{3,4}

Экологические проблемы служили одним из факторов перемещений населения уже с того времени, когда люди впервые покинули Африку. Эти факторы всегда были разнообразны и многогранны, хотя важно осознавать, что, по меньшей мере в историческом плане, деградация окружающей среды, как правило, лишь подготавливала почву для перемещения населения, тогда как другие факторы уязвимости, такие как нищета и отсутствие возможностей, зачастую становились ключевыми движущими силами перемещения людей. Сегодняшняя ситуация отличается тем, что степень деградации окружающей среды и способность перемещаться объединяются, порождая эффект выталкивания и притяжения в масштабах, невиданных когда-либо в прошлом.⁵

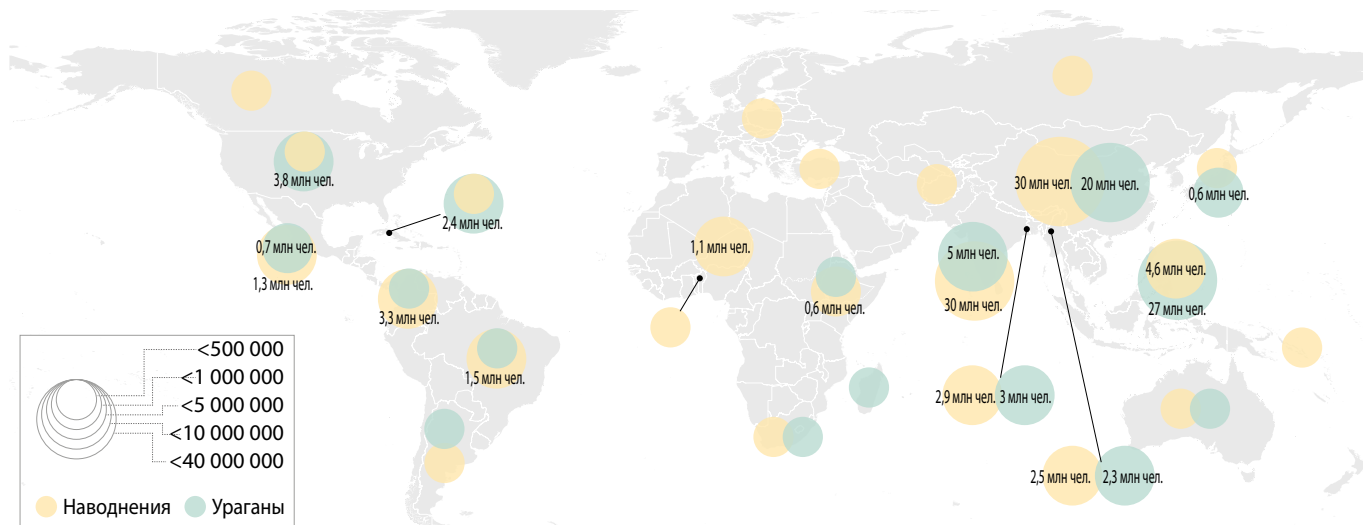
Рост численности населения приводит к тому, что все больше людей начинают жить в социально отчужденных и экологически уязвимых районах.⁶

На данный момент, в среднем, 26,4 миллиона людей вынуждены ежегодно покидать свои дома по причине стихийных бедствий.⁷ Это эквивалентно перемещению одного человека каждую секунду. Но мы не можем заглушать боль цифрами. Каждая статистическая единица представляет собой историю личных утрат — мир переворачивается вверх дном, возможности закрываются, образование становится недостижимой мечтой.

Переплетающиеся тенденции изменения климата, роста численности населения, повышения уровней потребления ресурсов, осуществления крупных инфраструктурных проектов и деградации окружающей среды могут привести к увеличению числа перемещенных людей в будущем. Такая вероятность особенно высока в случае, если эти тенденции реализуются в контексте неадекватных мер реагирования со стороны правительств и международного сообщества, призванных обеспечить наращивание потенциала противодействия этим изменениям в странах и общинах. Наиболее часто цитируется оценка, согласно которой к 2050 году число людей, переместившихся по экологическим причинам, может достичь 200 миллионов человек.⁸

Это будет означать, что в мире, насчитывающем девять миллиардов людей, каждый 45-й человек будет вынужден оставить свой дом вследствие деградации окружающей среды, а территории низколежащих островов могут быть покинуты полностью. Принятие мер в связи с таким перемещением населения может стать главной проблемой 21-го века, порожденной изменениями окружающей среды.

Число лиц, перемещенных по причине наводнений и бурь в отдельных странах в 2008–2016 гг.



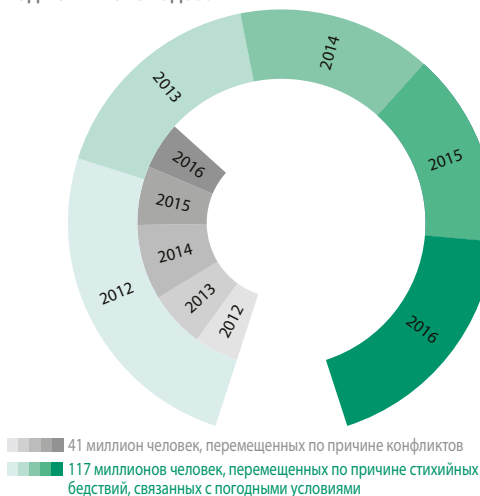
Источник данных: Центр мониторинга внутреннего перемещения населения, www.internal-displacement.org/database

Осмысление проблемы перемещения населения по экологическим причинам

Хотя за последние годы вопрос нерегулируемой миграции занял видное место в результате возникновения «миграционного кризиса» в Европе, эта требующая своего решения проблема никоим образом не является исключительно европейской. Поскольку миграцией охвачен весь земной шар, в каждом уголке мира существует возможность оказаться затронутым процессами перемещения населения по экологическим причинам.

Например, согласно результатам моделирования прогнозируется, что в Азиатско-Тихоокеанском регионе будет наблюдаться активизация процессов перемещения населения под воздействием нарастающего изменения климата.^{10, 11} Прибрежные районы, дельты крупных рек и небольшие острова уязвимы перед лицом повышения уровня моря и особенным образом подвержены воздействию циклонов. Население тихоокеанского малого островного государства Тувалу, наиболее возвышенная точка которого находится всего лишь в пяти метрах над уровнем моря, может быть полностью эвакуировано в течение ближайших 50 лет, а Мальдивских островов — в течение ближайших 30 лет. В ряде государств уже начинают составлять планы переселения при определенных обстоятельствах в отношении части или всего населения страны. В 2014 году президент Республики Кирибати Аноте Тонг купил остров в архипелаге Фиджи как своего рода страховой полис против повышающегося уровня моря.¹²

Число людей, перемещенных по причинам конфликтов и связанных с погодными условиями стихийных бедствий, в период 2012–2016 годов.



Источник данных: Центр мониторинга внутреннего перемещения населения, www.internal-displacement.org/database

На Африканском континенте, тем временем, расположено больше стран, затронутых перемещениями населения, чем на любом другом континенте или в любом другом регионе, и в 2015 году здесь нашли пристанище свыше 15 миллионов человек, переместившихся внутри своей собственной страны по ряду причин, в том числе в связи с изменениями окружающей среды.¹³ Более половины нестабильных государств мира находятся в Африке к югу от Сахары, и этот континент особо подвержен засухам, что повышает риск нехватки продовольствия.^{13, 14}



Названия имеют значение

Один из дискуссионных вопросов заключается в том, следует ли людей, перемещающихся по причинам деградации окружающей среды и изменения климата, называть «экологическими беженцами», «экологическими мигрантами» или «лицами, перемещенными по экологическим причинам». И это не просто терминологический изыск. То, какое именно определение станет общепринятым, повлечет за собой реальные последствия с точки зрения обязательств международного сообщества согласно гуманитарному праву и правам перемещенных лиц.

После Второй мировой войны международные инстанции, занимающиеся разработкой политики, постановили, что термин «беженец» следует применять исключительно в отношении «лица, которое в силу вполне обоснованных опасений стать жертвой преследований по признаку расы, вероисповедания, гражданства, принадлежности к определенной социальной группе или политических убеждений, находится вне страны своей гражданской принадлежности и не может пользоваться защитой этой страны или не желает пользоваться такой защитой вследствие таких опасений».⁸

Участники упомянутой выше кампании использовали словосочетание «экологический беженец», чтобы донести мысль о безотлагательности постановки вопроса. Однако, согласно международному праву использование слова «беженец» для обозначения тех людей, которые бегут от воздействия факторов экологической нагрузки, будет неточным. Большинство людей, вынужденных покинуть свои дома по причине экологических перемен, вероятно, останутся жить в пределах своих государств, но могут быть лишены возможности вернуться в районы, затопленные в результате повышения уровня моря.⁹

Отчасти по причине отсутствия адекватного определения, перемещения населения под влиянием факторов окружающей среды зачастую остаются незаметными, особенно в тех случаях, когда это перемещение растянуто во времени. Ни одно из международных учреждений не несет ответственности за сбор данных о численности таких людей, не говоря уже о предоставлении им базовых услуг. Будучи неспособными доказать факт преследования по политическим мотивам в стране своего происхождения, эти люди проваливаются в расселины, существующие в международном гуманитарном праве. В настоящем докладе термин «перемещение населения по экологическим причинам» используется с полным пониманием того, что он не является общепринятым, но в надежде, что он способен вполне точно донести мысль о наличии все расширяющегося феномена вынужденного перемещения населения, неразрывно связанного с деградацией окружающей среды и изменением климата.

Перемещение населения по экологическим причинам

Деграляция земель, опустынивание и засуха

Сильная засуха и отсутствие продовольственной безопасности в Сомали привели к **перемещению 761 000 человек** с ноября 2016 года

Экологическое восстановление свыше 50 000 км² земель в Буркина-Фасо, Мали и Нигере способствует тому, что **эмигранты начинают возвращаться**

Согласно прогнозам, по причине изменения климата **засухи** станут более интенсивными, регулярными и затяжными

К 2050 году процессами опустынивания будут охвачены **50% сельскохозяйственных земель** Латинской Америки

Районы неорошаемого земледелия становятся все более засушливыми и менее продуктивными по причине нерационального использования земельных угодий и водных ресурсов, а также изменения климата. В районах неорошаемого земледелия живет одна треть населения мира.

Стихийные бедствия



Согласно прогнозам МГЭИК, регулярные **сильные дожди** будут приводить к оползням в Северной и Центральной Америке, Восточной Африке, Западной Азии, Южной Азии, Юго-Восточной Азии, Восточной Азии, Австралии и на многих тихоокеанских островах

За период 2012–2016 годов по причине стихийных бедствий, связанных с погодными условиями, были перемещены **117 миллионов человек**

Изменение климата оказывает влияние на вероятность возникновения, регулярность и интенсивность экстремальных климатических явлений. Экстремальные погодные явления могут приводить к тому, что отдельные районы станут непригодными для проживания, а население переместится на другие территории временно или навсегда.

Скорость ветра в **тропических циклонах** становится все больше вместе с вероятностью того, что они нанесут серьезный ущерб

Спрос на природные ресурсы и конкурентная борьба за обладание ими

За последние 70 лет по меньшей мере **40% всех конфликтов** в пределах национальных границ были связаны с природными ресурсами

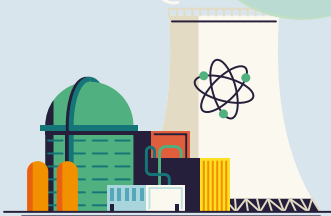


Конкурентная борьба за обладание все более скудными природными ресурсами — земельными угодьями, источниками воды, лесоматериалами, нефтью, полезными ископаемыми — может создавать напряженность в отношениях между их пользователями и становится причиной разгорающихся конфликтов. Во многих случаях такая напряженность может приводить к ожесточенным конфликтам и крупномасштабному насильственному перемещению населения.

Насильственное отчуждение земель становится все более широко распространенным явлением в Латинской Америке в результате горнодобывающих работ, лесозаготовок и растениеводства

Промышленные аварии

В 1986 году ядерная авария в Чернобыле привела к вынужденной **эвакуации и переселению** не менее чем **330 000 человек**



Серьезные промышленные аварии могут приводить к загрязнению значительных территорий и вынуждать людей покидать свои дома и переселяться в другие места. Долгосрочные последствия промышленных аварий с точки зрения состояния здоровья людей, экономики и окружающей среды могут стать дополнительным фактором, препятствующим их возвращению на прежнее место.

150 000 человек были перемещены по причине **утечек радиоактивных веществ** в результате аварии на атомной электростанции «Фукусима» в Японии. Перспективы их возвращения в свои дома остаются неопределенными.

Повышение уровня моря

На Соломоновых островах пять покрытых растительностью коралловых островов **за последние десятилетия исчезли** по причине повышения уровня моря. Проживавшие на них люди переселились на более возвышенный остров вулканического происхождения

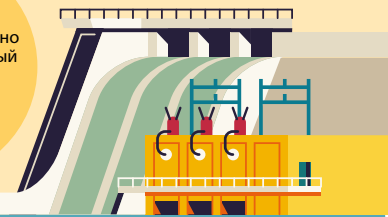


Результаты исследования миграционных потоков в развивающихся странах за период 1970–2000 годов дают основания предположить, что люди переселяются из периферийных районов неорошаемого земледелия и подверженных засухе территорий в прибрежную зону, **подверженную воздействию наводнений и циклонов**

Большинство мегаполисов мира расположены в прибрежной зоне и дельтах крупных рек, от которых зависит наличие средств к существованию у миллионов людей. Низколежащие крупные прибрежные города и небольшие острова уязвимы перед лицом наводнений, штормового нагона воды, изменений формы береговой линии и вторжения соленых вод в результате повышения уровня моря.

Инфраструктурные проекты

В 1980-е годы 10 миллионов человек насильственно перемещались каждый год по причине **строительства плотин и путей сообщения**



Реализация крупномасштабных инфраструктурных проектов, таких как возведение плотин и прокладка автодорог, может приводить к массовому перемещению населения. Между тем, крупные сделки по приобретению земель в развивающихся странах в интересах осуществления инфраструктурных проектов и коммерческой сельскохозяйственной деятельности, зачастую называемые **захватом земель**, вероятно, станут заметной причиной перемещений населения в будущем.

Согласно оценкам, длившееся 17 лет строительство **плотины «Три ущелья»** на реке Янцзы в Китае привело к **перемещению 1,3 миллиона человек**. Многие из них по-прежнему сталкиваются с серьезными проблемами с обустройством на новом месте

Что касается Северной Америки, то этот континент также восприимчив к воздействиям процессов перемещения населения по экологическим причинам. В 2016 году жители острова Иль-де-Жан-Шарль в штате Луизиана стали первыми «климатическими мигрантами» в США, получившими финансирование из федерального бюджета на свое переселение. Эта дотация в размере 48 млн долл. США была предоставлена за счет 1 млрд долл. США, ассигнованных в январе 2016 года Министерством жилищного строительства и городского развития в порядке оказания помощи общинам, живущим в 13 штатах, в деле адаптации к изменению климата посредством строительства дамб, дренажных систем и укрепления насыпей.¹⁵

Но общая картина осложняется рядом факторов. Наиболее уязвимые группы населения зачастую не располагают средствами или связями для перемещения и могут оказаться в западне там, где они проживают. Другие люди, например, скотоводы, полагаются на сезонную миграцию как стратегию обеспечения средств к существованию. Тем временем, плановое переселение отдельных групп населения перед лицом конкретной опасности, например, крупномасштабной деградации земель, может стать перепускным клапаном, уменьшающим экологические нагрузки на хрупкие экосистемы, но также, по существу, «экспортирующим» воздействие этих людей на окружающую среду в другие места.¹⁶

Важно не упускать из виду, что перемещение населения как таковое может оказывать воздействие на окружающую среду, порождая ее деградацию, которая может продлить чрезвычайную ситуацию гуманитарного характера или ухудшить взаимоотношения с принимающими общинами. Возникновение неформальных городских поселений или дезорганизованных лагерей беженцев может создать нагрузку на скудные земельные, водные, энергетические и продовольственные ресурсы. Такие ситуации могут подрывать основы экосистемных услуг, приводить к появлению рисков для здоровья вследствие ненадлежащего удаления отходов и ставить перемещенных лиц в условия прямой конкуренции с местными общинами.^{17, 18}

Видеоматериал: Предвидение — миграция и глобальные экологические перемены



Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=zt0UUU0aAVg>
 Фотография предоставлена: Тысячи людей, перемещенных по причине наводнения в городе Кан-Аутиен, Гаити, Фото ООН / Логан Абассу (Logan Abassi)

© GO-Science

Институциональные решения

Вопрос о перемещении населения по экологическим причинам стал важной частью политической повестки дня, что привлекло внимание лиц, формирующих политический курс, научно-преподавательских кругов и гуманитарного сообщества. В 2011 году Отдел науки Правительства Великобритании опубликовал результаты проекта «Предвидение» — исследования по вопросу о том, каким образом глобальные экологические изменения могут повлиять на перемещения групп населения по всему миру. Этот проект продолжался два года, и в нем приняли участие свыше 350 ведущих специалистов и представителей заинтересованных сторон из более чем 30 стран, охвативших различные темы — от демографических тенденций до вопросов экономического развития и экологии.¹⁶ Проект «Предвидение» позволил выявить неожиданные грани, в частности, в том, что касается выгод, порождаемых миграцией, а также придать новое значение важности надлежащего планирования в целях адаптации в месте пребывания в тех случаях, когда это возможно, должным образом организованного исхода людей с находящихся под угрозой территорий и разработки основанных на передовой практике схем расселения людей среди принимающих общин.

Одновременно с проведением научных исследований в рамках проекта «Предвидение» правительства Норвегии и Швейцарии организовали кампанию в поддержку разработки руководящих принципов реагирования на комплексные проблемы перемещения населения в контексте изменения климата и других экологических опасностей.¹⁹ Эта кампания со временем превратилась в Нансеновскую инициативу, а затем была преобразована в Платформу по вопросам перемещения населения в результате стихийных бедствий. Главное предназначение этой Платформы заключается в организации процесса достижения консенсуса в отношении прав и средств защиты людей, перемещенных через границы государств по причине стихийных бедствий и изменения климата.²⁰ С начала 2000-х годов Международная организация по миграции ведет работу по этому вопросу и создала специальный отдел по миграции и изменению климата.²¹ В 2016 году Льежский университет в Бельгии официально учредил Обсерваторию Хьюго в качестве первого академического подразделения, специализирующегося на теме экологической миграции.²²

Вопросы миграции и перемещения населения во все большей степени встраиваются в международные соглашения 2015 года, создающие значительную часть рамочного механизма развития на ближайшие 15 лет. Цели устойчивого развития включают обязательство содействовать «упорядоченной, безопасной, законной и ответственной миграции» в составе Цели 10 по сокращению неравенства.²³ Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий создает глобальный механизм уменьшения опасности стихийных бедствий и человеческих жертв, утраты источников средств к существованию и ухудшения состояния здоровья людей в целях сокращения числа перемещенных лиц в мировом масштабе к 2030 году.²⁴ Вопросы миграции были



официально включены в состав Парижского соглашения об изменении климата вместе с созданием Целевой группы в рамках Варшавского механизма по потерям и ущербу, которой было поручено разработать концептуальные подходы к предупреждению, сведению к минимуму перемещения население по причине изменения климата и принятию соответствующих мер.²⁵

В рамках сессии Генеральной Ассамблеи ООН 2016 года было проведено заседание на высоком уровне с целью достижения международного консенсуса в отношении обостряющейся проблемы международной миграции и возрастающего потока беженцев. На этом заседании была принята Нью-Йоркская декларация о беженцах и мигрантах.²⁶ Эта декларация включает два приложения. В первом из них описывается комплекс всеобъемлющих мер по оказанию беженцам помощи. В приложении II излагается поэтапный план действий в направлении заключения Глобального договора о безопасной, упорядоченной и регулируемой миграции, который планируется представить для принятия на межправительственной конференции по данному вопросу в 2018 году.²⁷



Видеоматериал: Каким образом изменение климата оказывает воздействие на перемещения людей



Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=a2ntq67So3U> © УВКБ ООН
Фотография предоставлена: Гран-Дессалин, Гаити после удара урагана «Томас», Фото ООН / ЮНИСЕФ / Марко Домино (Marco Dormino), на условиях лицензии CC BY-NC-ND 2.0

Экологические перемены и движущие силы миграции

Решение стать мигрантом или остаться жить в своем доме предопределяется, по большей мере, целым рядом движущих факторов. Глобальные экологические перемены оказывают дополнительное влияние на комплексное взаимодействие этих движущих сил и могут привести к различным конечным результатам в процессе принятия решений.



Источник: Адаптировано из концептуальной рамочной основы движущих факторов миграции и влияния экологических перемен, принятой в рамках проекта «Предвидение» Правительства Великобритании.¹⁶

Принятие мер в связи с перемещением населения по экологическим причинам

Деграция окружающей среды и бесхозяйственность неразрывно связаны с политическими, экономическими и социальными движущими силами перемещения населения. Нам необходимо глубже осмыслить эти комплексные факторы — и принять соответствующие меры. В конечном итоге, если мы не предпримем действия по уменьшению уязвимости окружающей среды в долгосрочной перспективе, громадные массы населения, перемещаемые ежегодно, могут стать нашей «новой нормой».

Экологическому сообществу отведена важная роль, которую ему предстоит сыграть в повышении осведомленности об экологических движущих силах перемещений населения; наращивании потенциала общин и стран, который позволит им выдержать потрясения и изменение состояния окружающей среды; и оказании помощи в планировании переселения общин, которым, вероятно, придется перемещаться по причине неизбежных экологических перемен.

В конечном итоге, перемещение населения представляет собой не только политическую проблему, требующую своего решения. Как вытекает из примера возрождения заболоченных земель Нижней Месопотамии в Ираке, важно воспринимать ее как одну

Видеоматериал: Эти американцы могут стать «климатическими беженцами»



Видеоматериал: Видеоматериал доступен по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=TicvZPYuFfg>
 Фотография предоставлена: Шимейриф, Аляска; Национальный заповедник Беринг-Лэнд-Бридж, на условиях лицензии CC BY 2.0

© CNN

из экологических проблем. Масштаб возможных перемещений населения в будущем даже согласно сценариям умеренного изменения климата означает, что субъекты действия в области охраны окружающей среды, гуманитарной деятельности и работы по смягчению последствий перемещения населения должны работать вместе в целях повышения жизнестойкости людей в меняющемся мире.



Возрождение заболоченных земель Нижней Месопотамии в Ираке

В 1950-е годы заболоченные земли Нижней Месопотамии (Аль-Ахвар) в южной части Ирака представляли собой обширный ландшафт, в пределах которого проживало порядка полумиллиона человек, известных под самоназванием «маадан» или как «болотные арабы». Эти люди жили в домах из соломы в уединенных деревнях, занимались рыболовством, выращивали рис и разводили азиатских буйволов, служивших им источником средств к существованию.

Однако, начиная с 1970-х годов заболоченные земли Нижней Месопотамии были опустошены в результате строительства плотины выше по течению и ведения сельского хозяйства, нефтепоисковых работ, военных действий и, главным образом, преднамеренного осушения водно-болотных угодий по приказу Саддама Хусейна в качестве акта возмездия за бунт против его режима в 1991 году. К 2003 году 90 процентов водно-болотных угодий Нижней Месопотамии были утрачены, и там остались жить всего 20 000 человек из народности маадан. Согласно оценкам, вплоть до 100 000 людей народности маадан осели в лагерях беженцев в Иране, а еще 100 000 человек стали внутренне перемещенными лицами, оставшись в пределах Ирака.

В 2001 году Программа ООН по окружающей среде ударила в набат в связи с упадком, охватившим эти водно-болотные угодья, что выдвинуло их бедственное состояние на первый план в международной повестке дня. По завершении Иракской войны 2003 года Программа ООН по окружающей среде приступила к реализации проекта, призванного оказать содействие восстановлению водно-болотных угодий посредством наращивания потенциала лиц, принимающих решения, демонстрации экологически безопасных технологий и мониторинга состояния заболоченных земель. За этим последовал совместный проект, предпринятый в сотрудничестве с ЮНЕСКО в 2009 году, по поддержке принятия решения о присвоении этим водно-болотным угодьям статуса объекта всемирного наследия. В его рамках был разработан план управления, отразивший уникальность исторических, культурных, экологических, гидрологических и социально-экономических характеристик этого региона.

С 2003 года водно-болотные угодья начали восстанавливаться, хотя засухи, строительство плотин и продолжающийся конфликт сдерживают этот процесс. В настоящее время десятки тысяч людей из народности маадан возвращаются к своим домам на земле предков. В июле 2016 года, при поддержке со стороны Программы ООН по окружающей среде, этим водно-болотным угодьям был присвоен статус первого культурно-природного объекта всемирного наследия на Ближнем Востоке.

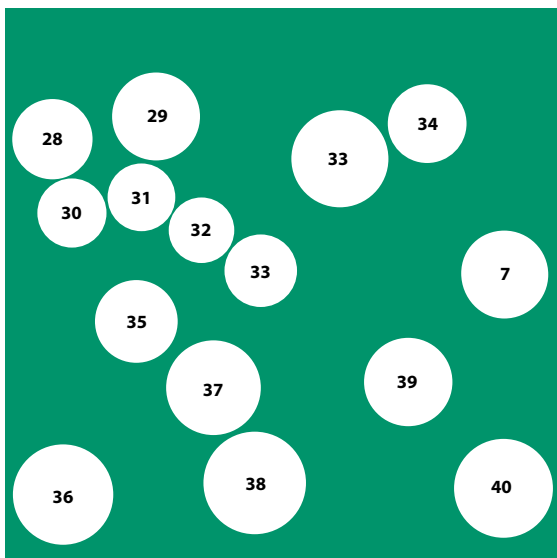


Список использованной литературы

1. World Bank Group (2016). *Migration and Remittances Factbook 2016, Third Edition*. World Bank, Washington DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/237432>
2. UNEP (2009). *From Conflict to Peacebuilding: the role of natural resources and the environment*. United Nations Environment Programme, Geneva. http://postconflict.unep.ch/publications/pcdmb_policy_01.pdf
3. UNHCR (2017). *Global trends: Forced displacement in 2016*. The United Nations High Commissioner for Refugees, Geneva. <http://www.unhcr.org/5943e8a34>
4. UN-OCHA (2016). *Global humanitarian overview 2017*. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, New York. https://www.unocha.org/sites/unocha/files/GHO_2017.pdf
5. Ionesco, D., Mokhnacheva, D. and Gemenne, F. (2017). *The Atlas of Environmental Migration*. Earthscan, London.
6. Huppert, H.E. and Sparks, S.J. (2006). Extreme natural hazards: population growth, globalization and environmental change. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 364, 1875–1888. <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/364/1845/1875.full.pdf>
7. IDMC (2016). *Global Estimates 2015: People displaced by disasters*. Internal Displacement Monitoring Centre, Geneva. <http://www.internal-displacement.org/assets/library/Media/201507-globalEstimates-2015/20150713-global-estimates-2015-en-v1.pdf>
8. ГА ООН (1951). *Заключительный акт и Конвенция о статусе беженцев*. Созванная Организацией Объединенных Наций Конференция полномочных представителей по вопросу о статусе беженцев и апатридов. Женева, 2–25 июля 1951 года. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций, Женева. <http://old.memo.ru/pravo/ref/510728a.htm>
http://unhcr.ru/fileadmin/files/docs/Documents/%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BE_%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%81%D0%B5_%D0%B1%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%B2_28_%D0%B8%D1%8E%D0%BB%D1%8F_1951_%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf
9. Davenport, C. and Robertson, C. (2016). Resettling the First American 'Climate Refugees'. *The New York Times*, 3 May 2016. <https://www.nytimes.com/2016/05/03/us/resettling-the-first-american-climate-refugees.html>
10. Cruz, R.V., Harasawa, H., Lal, M., Wu, S., Anokhin, Y., Punsalma, B., Honda, Y., Jafari, M., Li, C. and Huu Ninh, N. (2007). Asia. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch10.html
11. Hijioka, Y., Lin, E., Pereira, J.J., Corlett, R.T., Cui, X., Inсарov, G.E., Lasco, R.D., Lindgren, E. and Surjan, A. (2014). Asia. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap24_FINAL.pdf
12. Caramel, L. (2015). Besieged by the rising tides of climate change, Kiribati buys land in Fiji. *The Guardian*, 1 July 2014. <https://www.theguardian.com/environment/2014/jul/01/kiribati-climate-change-fiji-vanua-levu>
13. IOM (2009). *Migration, Environment and Climate Change: Assessing the Evidence*. International Organization for Migration, Geneva. http://publications.iom.int/system/files/pdf/migration_and_environment.pdf
14. Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. and Urquhart, P. (2014). Africa. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1199–1265. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap22_FINAL.pdf
15. State of Louisiana (2016). LA receives \$92 million from U.S. Dept. of Housing and Urban Development for coastal communities, disaster resilience. State of Louisiana Press Release, 25 January 2016. <http://www.doa.la.gov/OCDDRU/NewsItems/Louisiana%20Receives%20NDRC%20Award.pdf>
16. Government Office for Science (2011). Foresight: Migration and Global Environmental Change: Future Challenges and Opportunities. Final Project Report. The United Kingdom Government Office for Science, London. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf
17. Berry, L. (2008). *The impact of environmental degradation on refugee-host relations: a case study from Tanzania*. Research Paper no. 151. The United Nations High Commissioner for Refugees, Geneva. <http://www.unhcr.org/47a315c72.pdf>
18. Xu, X., Tan, Y. and Yang, G. (2013). Environmental impact assessments of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions. *Earth-Science Reviews*, 124, 115–125. <https://www.researchgate.net/publication/260725538>
19. Kälin, W. (2008). *Guiding principles on internal displacement: Annotations*. Studies in Transnational Legal Policy No. 38. The American Society of International Law, Washington DC. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/spring_guiding_principles.pdf
20. Disaster Displacement (2017). Platform on Disaster Displacement website. <http://disasterdisplacement.org/>
21. IOM (2017). *Migration and Climate Change*. International Organization for Migration website. <https://www.iom.int/migration-and-climate-change>
22. University of Liège (2016). The Hugo Observatory website. <http://labos.ulg.ac.be/hugo/about/>
23. ООН (2017). *Цель устойчивого развития 10: Сокращение неравенства внутри стран и между ними*. Платформа знаний в области устойчивого развития. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/issues/prosperity/inequality/>
24. МСУОБ ООН (2015). *Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы*. Управление Организации Объединенных Наций по снижению риска бедствий, Женева. www.unisdr.org/files/43291_russiainsendaiframeworkfordisasterrri.pdf

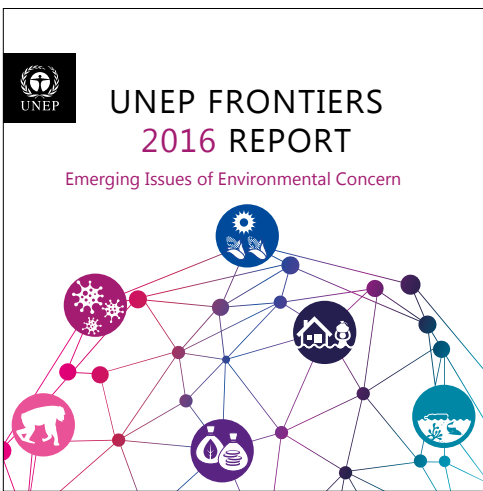
25. РКООНИК (2015). *Принятие Парижского соглашения*. Документ 21-й сессии Конференции Сторон РКООНИК, FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/rus/l09r01r.pdf>
26. ГА ООН (2016). *Нью-Йоркская декларация о беженцах и мигрантах*. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций 19 сентября 2016 года, ГА ООН A/RES/71/1. Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк. <https://undocs.org/ru/A/RES/71/1>
27. ГА ООН (2017). *Формат межправительственных переговоров о глобальном договоре о безопасной, упорядоченной и легальной миграции*. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций 6 апреля 2017 года, ГА ООН A/RES/71/280 Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк. <https://undocs.org/ru/A/RES/71/280>
30. 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.
31. IFAD (2010). Desertification pamphlet. International Fund for Agricultural Development, Rome. <https://www.ifad.org/documents/10180/77105e91-6f72-44ff-aa87-eedb57d730ba>
32. IDMC (2017). Internal Displacement Monitoring Centre database. <http://www.internal-displacement.org/database/>
33. Christensen, J.H., Krishna Kumar, K., Aldrian, E., An, S.-I., Cavalcanti, I.F.A., de Castro, M., Dong, W., Goswami, P., Hall, A., Kanyanga, J.K., Kitoh, A., Kossin, J., Lau, N.-C., Renwick, J., Stephenson, D.B., Xie, S.-P. and Zhou, T. (2013). Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. 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.

Список использованных графических материалов



28. ReliefWeb (2017). *Horn of Africa: Humanitarian Impacts of Drought – Issue 1 (as of 18 July 2017)*. The United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/HOA_drought_updates_snapshot_18July2017.pdf
29. UNCCD (2014). *Desertification: The invisible frontline*. The Secretariat of United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn. | http://www.droughtmanagement.info/literature/UNCCD_desertification_the_invisible_frontline_2014.pdf
34. UNEP (2009). *From Conflict to Peacebuilding: the role of natural resources and the environment*. United Nations Environment Programme, Geneva. http://postconflict.unep.ch/publications/pcdmb_policy_01.pdf
35. МАГАТЭ (2006). Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительствам Беларуси, Российской Федерации и Украины. Чернобыльский Форум: 2003–2005, Второе, исправленное издание. Международное агентство по атомной энергии, Вена. https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl_rus.pdf
36. Normile, D. (2016). Five years after the meltdown, is it safe to live near Fukushima? *Science News*, 2 March 2016. <http://www.sciencemag.org/news/2016/03/five-years-after-meltdown-it-safe-live-near-fukushima>
37. Albert, S., Leon, J.X., Grinham, A.R., Church, J.A., Gibbs, B.R. and Woodroffe, C.D. (2016). Interactions between sea-level rise and wave exposure on reef island dynamics in the Solomon Islands. *Environmental Research Letters*, 11(5), p.054011. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/5/054011/pdf>
38. De Sherbinin, A., Levy, M., Adamo, S., MacManus, K., Yetman, G., Mara, V., Razafindrazay, L., Goodrich, B., Srebotnjak, T., Aichele, C. and Pistoletti, L. (2012). Migration and risk: net migration in marginal ecosystems and hazardous areas. *Environmental Research Letters*, 7, 045602. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/7/4/045602/pdf>
39. Cernea, M.M. (1995). Understanding and Preventing Impoverishment from Displacement: Reflections on the State of Knowledge. *Journal of Refugee Studies*, 8(3), 245-264.
40. Xu, X., Tan, Y. and Yang, G. (2013). Environmental impact assessments of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions. *Earth-Science Reviews*, 124, 115-125. <https://www.researchgate.net/publication/26072538>





В 2016 году Программа ООН по окружающей среде приступила к публикации новой серии ежегодных докладов — *Передовые рубежи: намечающиеся проблемы, имеющие экологическое измерение*. В этом докладе выявляется и осмысливается широкий спектр вновь возникающих вопросов в области охраны окружающей среды, которые требуют внимания и действий правительств, заинтересованных сторон, лиц, принимающих решения, а также широкой общественности. Первый выпуск — *Передовые рубежи 2016 года* — был посвящен следующим шести намечающимся проблемам:

- Финансовый сектор: ключевой элемент продвижения устойчивого развития
- Зоонозы: размытые линии между вновь возникающими болезнями и здоровым состоянием экосистем
- Микрочастицы пластмасс: нарушение пищевой цепи
- Утрата и ущерб: неизбежные результаты воздействия изменения климата на экосистемы
- Чаша с ядом: накопление токсинов в сельскохозяйственных культурах в эпоху изменения климата
- Экзотическое потребление: незаконная торговля живыми животными





о́кружающая среда

**Программа Организации
Объединённых Наций по
о́кружающей среде**

United Nations Avenue, Gigiri
P O Box 30552, 00100 Nairobi, Kenya
Tel +254 20 7621234 | publications@unenvironment.org
www.unenvironment.org

