

Резюме  
Книга о  
зеленых  
технологиях  
2023





# Резюме

## Придание ускорения

В мире сложилась чрезвычайная климатическая ситуация. Ограничить ее катастрофическое воздействие можно лишь путем беспрецедентного преобразования систем. Однако есть надежда. Существует масса источников выбросов парниковых газов (ПГ), но технологии для решения этой проблемы столь же многочисленны. Во всех секторах есть достаточно доступных вариантов, чтобы к 2030 году<sup>1</sup> сократить объем выбросов как минимум вдвое. Технологии и инновации играют ключевую роль в решении этой проблемы. Уже сейчас на рынке<sup>2</sup> представлено 80% технологий, которые нам необходимы для достижения целей в области климата на период до 2030 года, а многие другие технические решения на подходе. Технологии снижения потребления энергии, перехода на электротранспорт и эффективного использования материалов — вот лишь несколько примеров, включенных в «Книгу о зеленых технологиях» этого года. Источником всех этих новых возможностей служат национальные экосистемы инноваций. В основе отлаженной экосистемы инноваций лежит эффективная и справедливая система интеллектуальной собственности, которая сама по себе стимулирует инновационную деятельность и способствует выходу технологий на глобальные рынки.

В этом году проходит глобальное подведение итогов, в ходе которого страны пересматривают свои национальные планы в области климата с целью повысить амбициозность целей на ближайшие годы. Помимо государств все большее число негосударственных субъектов, включая частный сектор, научно-образовательные учреждения и гражданское общество, предпринимают неустанные усилия по претворению в жизнь принципов, отраженных в Парижском соглашении.

Уже сейчас на рынке представлено 80% технологий, которые нам необходимы для достижения целей в области климата на период до 2030 года, а многие другие технические решения на подходе

## Знание как стимул для действий

Первое издание «Книги о зеленых технологиях» было посвящено технологиям адаптации к изменению климата. В настоящем втором издании мы рассказываем о существующих технологиях смягчения последствий изменения климата, демонстрируя богатство доступных зрелых и новых инноваций и технологий. В данной публикации анализируется 10 секторов в рамках трех основных категорий.

- **Города**
  - Эффективное отопление и охлаждение
  - «Умная мобильность»
  - Эффективное использование материалов и устойчивое управление отходами
  
- **Сельское хозяйство и землепользование**
  - Животноводство
  - Почвы, изменение в землепользовании и лесное хозяйство
  - Производство риса
  - Данные и точное земледелие

- **Промышленность**
  - Железо и сталь
  - Цемент
  - Четвертая промышленная революция

Из базы данных **WIPO GREEN**, в которой собраны технологии и запросы на них<sup>3</sup>, для включения в «Книгу о зеленых технологиях» было предложено более 600 технических решений для смягчения последствий изменения климата и адаптации к нему, и число подобных технологий продолжает расти. В данной публикации представлена лишь выборка из этих технологий, которые связаны со смягчением последствий изменения климата. Разработчики технических решений могут загрузить общую информацию о своей технологии в базу данных, которая становится постоянно растущим источником информации о зеленых инновациях и технологиях. Выдвигая технологии на первый план, мы стремимся создать стимул для действий. Пришло время стремительно разрабатывать и внедрять технические решения для преодоления «защелки на углероде» и ускорения осуществления преобразующих изменений.

**Разработчики технических решений могут загрузить общую информацию о своей технологии в базу данных, которая становится постоянно растущим источником информации о зеленых инновациях и технологиях**

## Проектирование городов замкнутого цикла и «умных» городов

Города — это места, в которых по большому счету будет решаться исход борьбы с изменением климата. Здесь возводят здания, потребляют электроэнергию и продовольствие, производят отходы и перевозят людей и товары. Что касается транспорта, то во многих городах темпы распространения электромобилей превзошли все ожидания. Важными стимулирующими факторами стали прогресс в технологии производства аккумуляторов, интеграция транспортных средств с сетью и зарядные станции. Однако наряду с расширением рынка электромобилей набирает обороты тренд на потребляющие огромное количество топлива внедорожники, на которые лишь в 2021–2022 годах пришлось треть совокупного роста спроса на нефть<sup>4</sup>. Кроме того, электромобили по-прежнему недоступны по цене для большинства людей, особенно в странах с формирующимися рынками и развивающихся странах. Появилось много новых электрических вариантов для индивидуального использования и перевозки товаров, включая двухколесные, но в основе эффективного сокращения выбросов, производимых транспортным сектором, лежат инновации, которые не ограничиваются отдельными транспортными средствами. Например, более действенная политика для компактных городов и общественного транспорта может в практическом плане подкрепляться такими технологиями, как интеллектуальные системы управления транспортными потоками, инструментами городского моделирования и платформами «мобильность как услуга».

На рынке уже представлены технологии энергоэффективных систем отопления и охлаждения, а также альтернативные хладагенты. Среди примеров можно назвать новые виды тепловых насосов, современные изоляционные материалы и «умные» технологии, способные адаптировать потоки теплого и холодного воздуха к потребностям тех, кто находится в здании. Однако зачастую они не являются приоритетным выбором для потребителей, и требуется их дальнейшее совершенствование для того, чтобы эти технические решения стали недорогими и доступными. В то же время в мире стремительно растет число установленных кондиционеров, а больше всего электроэнергии тратится на отопление. Во все большем числе городов районное отопление и охлаждение (централизованные системы районного уровня) помогают снизить потребление электроэнергии и позволяют интегрировать возобновляемые источники энергии. Однако сокращение объема выбросов в этих секторах не должно ограничиваться повышением операционной эффективности. Технологии могут помочь решить проблему отопления и охлаждения зданий путем использования климатически оптимизированного проектирования. Технологии пассивного отопления и охлаждения существуют уже многие века. Сегодня ряд стран модернизирует эти испытанные техники и содействуют распространению подобных принципов проектирования через строительные кодексы и стандарты в области энергоэффективности.

В данной публикации далее признается, что основными механизмами снижения объема выбросов являются эффективное использование материалов и устойчивое управление отходами в городах. Ожидаемое к 2050 году удвоение объема используемых материалов - от строительных материалов до пластика и стекла - настоятельно требует инновационных технических решений для обеспечения большей замкнутости экономического цикла. Теперь внедрение таких решений является не одной из возможностей, а необходимостью для борьбы с изменением климата.

Прогресс в технологиях сортировки, включая использование роботов и оптических сканнеров, позволяет повысить темпы рекуперации отходов. Сегодня инновационные технологии переработки делают возможным обработку материалов, которые при иных обстоятельствах сложно переработать, таких как шины и лопасти ветровых установок.

Некоторые технологии управления отходами сами представляют собой значительный источник выбросов ПГ. Такие страны, как Дания, отказываются от метода сжигания отходов в силу его неэффективности и высоких объемов выбросов. Согласно исследованиям, ряд новых технологий переработки, например химическая переработка, оказались очень энергозатратными и требуют большей ориентации на жизненный цикл продукта с учетом жизнеспособности технологии с точки зрения климата. Этот факт также подчеркивает потребность в инновациях и технологиях, используемых на более раннем этапе производства. Во многих городах растет популярность возврата залога за использованные бутылки и банки, а также станций с водой и моющими средствами, которые можно набрать в свою тару. В то же время цифровые инструменты, например паспорта материалов, используются для усовершенствования проектирования зданий и товаров, чтобы создать возможность повторного использования. Кроме того, онлайн-платформы для совладения и совместного использования разных вещей и объектов — от автомобилей и инструментов до офисных зданий — сокращают спрос на производство новых товаров.

## Регенеративное сельское хозяйство и агротехнологии

Глобальные продовольственные системы и сельскохозяйственный сектор испытывают давление. Существует настоятельная необходимость увеличивать объемы продовольствия, чтобы накормить растущее население планеты, которая часто сопровождается спросом на подвергшиеся более глубокой обработке продукты, производство которых сопряжено с высоким уровнем выбросов ПГ. Экологический и климатический след сельскохозяйственного сектора значителен, и в нем особенно большую долю составляют выбросы метана. На сельское хозяйство, землепользование и управление земельными ресурсами приходится около 22% выбросов ПГ<sup>5</sup>, 38% поверхности Земли<sup>6</sup> и 70% глобального забора пресной воды<sup>7</sup>. Таким образом, в данном секторе смягчение последствий изменения климата играет критически важную роль. Кроме того, сектор крайне подвержен воздействию изменения климата, и в нем срочно необходимо принять меры по адаптации к изменению климата, указанные в «Книге о зеленых технологиях» прошлого года.

В этом издании особое внимание уделяется секторам сельского хозяйства с наиболее высоким уровнем выбросов, а также рассматриваются преимущества крайне сложных передовых технологий в области данных и точного земледелия. Значительным источником выбросов выступает животноводство, в первую очередь из-за метана, производимого жвачным скотом. Снизить объем выбросов можно благодаря мерам как в части предложения, так и в части спроса. Что касается предложения, то присутствует сильная корреляция между продуктивностью и выбросами на объем произведенного мяса или молока, а значит объем таких выбросов можно сократить через повышение продуктивности. Если такое повышение не приведет к иному воздействию на окружающую среду и не ухудшит благополучие животных, оно может способствовать сокращению использования земельных и водных ресурсов.

## На сельское хозяйство, землепользование и управление земельными ресурсами приходится около 22% выбросов ПГ, 38% поверхности Земли и 70% глобального забора пресной воды

Но инновации открывают новые варианты. Один из наиболее перспективных — кормовые добавки. Добавление водорослей к корму скота может оказать непосредственное влияние на процесс ферментации в кишечнике, что существенным образом снижает выработку метана. Масса инноваций также направлена на регулирование спроса на мясо через поиск приемлемых для потребителей альтернатив. Ряд из них уже доступен потребителям. Однако, хотя преимущества этого подхода в том, что касается уменьшения жестокости по отношению к животным, очевидны, чистые выгоды для окружающей среды еще только предстоит определить. С этой точки зрения замещение животного белка растительными или грибными альтернативами в массовом производстве широкого спектра продуктов питания, подвергшихся обработке, может потенциально оказать на окружающую среду еще большее воздействие.

В главе 3 под названием «Сельское хозяйство и землепользование» более детально разбирается управление пастбищными и земельными угодьями. В почве хранится огромный объем углерода в относительно стабильной форме. Вследствие применения интенсивных методов ведения сельского хозяйства и химических удобрений, которые приводят к деградации и эрозии почвы, а также вырубке лесов эти запасы углерода высвобождаются. Продуманное управление земельными ресурсами, регенеративное сельское хозяйство и инновации, которые повышают почвенный углерод —

все эти меры обладают крайне высоким потенциалом в области смягчения последствий изменения климата. Но этот потенциал может быть реализован только если они станут неотъемлемой частью сельскохозяйственной практики целого ряда фермеров.

Выращивание риса вызывают особую обеспокоенность с точки зрения климата, поскольку для него требуется затоплять поля, что приводит к высвобождению метана. В таких рисоводческих регионах, как Юго-Восточная Азия, на производство риса приходится от 25 до 33% выбросов метана<sup>8, 9, 10</sup>. В этом процессе также используется огромное количество пресной воды, а значит такая практика крайне подвержена воздействию изменения климата. Помочь сократить выбросы ПГ могут методы повышения производительности, подразумевающие снижение использования водных и земельных ресурсов. Использование новых систем земледелия, при которых поля затопляют на более короткий период, принесло многообещающие результаты в тех регионах, где их можно было применить.

Как и во многих других секторах, содействовать переходу к системам с более низким уровнем выбросов могут информационные технологии и данные. В сельском хозяйстве передовые технологии способны ограничивать отходы, сокращать использование, например, удобрений, пестицидов и воды, а также оптимизировать условия роста растений. Радикальная практика полного отказа от использования почвы и перемещения производства внутрь помещений с помощью гидропоники и вертикальных ферм уже устоялась и продолжает развиваться, обладая значительным потенциалом для снижения выбросов. Различные полу- и полностью автономные сельскохозяйственные машины могут выполнять возложенные на них задачи более эффективно и с высокой степенью точности. Кроме того, получают все большее распространение и становятся все более простыми в использовании системы и инструменты, которые помогают фермерам принимать решения и оценивать финансовые затраты на переход к регенеративной сельскохозяйственной практике. Важную роль в этом играют спутниковые изображения в высоком разрешении, находящиеся в открытом доступе. Многие новейшие машины и технологии пока редко применяются в сельских районах с низким доходом. Однако новые форматы доступа и владения, а также основанные на услугах сельскохозяйственные бизнес-модели могут способствовать их более широкому внедрению среди мелких фермеров.

## Декарбонизация производства стали и цемента

Производство стали и цемента сопряжено с большими выбросами ПГ. Нередко считается, что эти две отрасли сложно декарбонизировать. Однако такая позиция скрывает факт существования необходимых технических решений. Одним особенно эффективным способом сокращения объема выбросов цементной отрасли является снижение использования клинкера. Клинкер — это распространенная составляющая цемента, которую изготавливают путем нагревания сырого материала, например известняка, в ходе процесса, требующего высоких температур и приводящего к выбросу парниковых газов. Частичная замена клинкера альтернативными материалами является одним из наиболее перспективных способов сокращения выбросов цементной отрасли. Тем не менее по всему миру наблюдается увеличение соотношения клинкер-цемент.

Срок службы многих металлургических печей подходит к концу. Их замена традиционными доменными печами с большими выбросами приведет к затягиванию «защелки на углероде» на десятилетия, пока вложенные в них средства не обесценятся. Декарбонизировать сталелитейную и цементную отрасли трудно, но возможно. Мы знаем, какие технологии нужны, но не внедряем их в требуемом масштабе. Некоторые технологии экологичного производства стали и цемента уже зрелые и доступные, включая железо прямого восстановления (ЖПВ), электрификацию и использование заменителей клинкера.

Однако простого снижения выбросов сталелитейной и цементной отраслей будет недостаточно. Для эффективного сокращения совокупного объема выбросов на фоне стремительного роста спроса гораздо большего внимания требует управление этими двумя материалами, а также спросом на них. В ходе строительных проектов часто используются чрезмерные объемы стали и цемента. По всему миру миллионы зданий и офисов либо пустуют, либо их сносят до конца срока их эксплуатации. Повышение полезности зданий и продление срока их службы, проектирование с учетом эффективного использования материалов и использование легких низкоуглеродных материалов — все это имеет важное значение для снижения объема выбросов. Ключевыми факторами функционирования такой производственно-сбытовой цепочки замкнутого цикла служат цифровые платформы для совместного использования и инструменты проектирования, передовые технологии переработки и инновационные материалы.

Технологии, позволяющие более эффективно использовать сталь и цемент, открывают большие перспективы с точки зрения достижения целей в области климата. Тем не менее сейчас больше внимания уделяется таким новым технологиям, как улавливание и хранение углерода (УХУ), улавливание, использование и хранение углерода (УИХУ) и «зеленый» водород. Вероятно, акцент на совершенствование процессов производства и улавливание углерода, а не на эффективное использование материалов обусловлен отсутствием финансовых и рыночных стимулов для производителей. В то же время внедрение технологий УХУ, УИХУ и «зеленого» водорода по-прежнему идет очень низкими темпами и не оказывает значительного влияния, особенно в странах, которые являются наиболее крупными производителями стали и цемента.

Эти две отрасли также медленно перенимают передовые цифровые технологии для оптимизации использования электроэнергии и производственных процессов. Сталелитейная и цементная отрасли больше всего нуждаются в дальнейших технологических исследованиях и разработках для достижения нетто-нулевых выбросов CO<sub>2</sub> к 2050 году.

## Климатические технологии должны решать проблему как предложения, так и спроса

Правительства и города должны оперативно развивать и масштабировать технологии смягчения последствий изменения климата. Однако сейчас выбор технологии имеет гораздо большее значение, чем когда-либо. Для достижения целей в области климата простой оптимизации текущих систем будет недостаточно. В большинстве стран была признана центральная роль возобновляемых источников энергии в деле отказа от ископаемого топлива. Меньшее внимание было уделено роли технологий и инноваций в управлении ростом нашего спроса на материалы и ресурсы, а также в повышении замкнутости экономического цикла. И это все несмотря на то, что использование материалов выступает основной движущей силой тройственного планетарного кризиса, охватывающего изменение климата, утрату биоразнообразия и воздействие загрязнения на здоровье человека.

Во многих докладах о климатических технологиях делается акцент на их роль в снижении выбросов в части предложения, например путем перехода на иные виды топлива и повышения энергоэффективности. «Книга о зеленых технологиях» отличается от них, потому что в ней также признается огромный неиспользованный потенциал в части управления спросом. На фоне резкого роста спроса на ресурсы нам необходимо переосмыслить способы предоставления основных услуг для людей, включая продовольствие, жилище и передвижение, и методы производства большего объема с меньшими затратами.

Ключевой составляющей этой сложной задачи являются технологии. Они могут предоставить странам с формирующимися рынками, а также развитым и развивающимся странам возможность использовать ресурсы более эффективно. Они также позволяют нам заменить высокоуглеродные материалы и систематически включать климатические соображения в системы развития наших городов, строительства зданий, производства товаров и продуктов питания. Как недавно было отмечено Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), *избегание, изменение и совершенствование* спроса на услуги может к 2050 году привести к глобальному сокращению объема выбросов ПГ на 40–70%<sup>11, 12</sup>.

Для этого потребуются изменить наши инвестиции, стратегии и поведение. Технологии и инновации позволяют осуществлять изменения в масштабах системы, а не просто совершенствовать текущую практику, притом многие технологии предоставляют бесприоритетные варианты как для развитых, так и для развивающихся стран. В этом контексте отдельного упоминания заслуживают цифровые технологии, учитывая их потенциал в области координации предложения и спроса, избегания ненужных производственных отходов, а также проектирования и использования систем замкнутого цикла. В данной публикации отмечен широкий спектр технологий, касающихся деятельности в городах, сельском хозяйстве и землепользовании, а также промышленности.

## Примечания

- IPCC (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Technical summary. Working Group III contribution to IPCC sixth assessment report., Cambridge, UK: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Available at: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>.
- IEA (2021). *Net Zero by 2050. A roadmap for the global energy sector*. Paris: International Energy Agency (IEA). Available at: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- Во введении приводится более подробная информация о том, как мы определяем, выявляем и отбираем зарекомендовавшие себя, передовые и перспективные технологии для включения в «Книгу о зеленых технологиях».
- Cozzi, L., et al. (2023). As their sales continue to rise, SUVs' global CO<sub>2</sub> emissions are nearing 1 billion tonnes. International Energy Agency (IEA). Available at: <https://www.iea.org/commentaries/as-their-sales-continue-to-rise-suvs-global-co2-emissions-are-nearing-1-billion-tonnes> [accessed September 2023].
- IPCC (2023). *Synthesis report (SYR) of the IPCC sixth assessment report (AR6)*. Summary for policymakers. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.
- ФАО (2023). Землепользование в сельском хозяйстве в цифрах. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). См.: <http://www.fao.org/sustainability/news/detail/ru/c/1274219/> [дата обращения: май 2023 года].
- World Bank (2023). Water in agriculture. World Bank. Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture> [accessed May 2023].
- Umali-Deininger, D. (2022). *Greening the rice we eat*. Washington, DC: World Bank. Available at: [https://blogs.worldbank.org/eastasiapacific/greening-rice-we-eat?cid=SHR\\_BlogSiteEmail\\_EN\\_EXT](https://blogs.worldbank.org/eastasiapacific/greening-rice-we-eat?cid=SHR_BlogSiteEmail_EN_EXT)
- Kurnik, J. and K. Devine (2022). *Innovation in reducing methane emissions from the food sector: Side of rice, hold the methane*. World Wildlife Fund. Available at: <https://www.worldwildlife.org/blogs/sustainability-works/posts/innovation-in-reducing-methane-emissions-from-the-food-sector-side-of-rice-hold-the-methane> [accessed July 2023].
- WRI (2023). *Our world in data: Emissions by sector*. World Resources Institute (WRI). Available at: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector> [accessed June 2023].
- Такая оценка относится к потенциальному сокращению объема выбросов к 2050 году в строительстве, наземном транспорте и производстве продуктов питания (высокая степень достоверности).
- IPCC (2023). *Synthesis report (SYR) of the IPCC sixth assessment report (AR6)*. Summary for policymakers. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.

