



ООН 
Окружающая
среда



Международная
группа по
ресурсам

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Стратегии материалоэффективности
в интересах низкоуглеродистого будущего

Резюме для директивных органов

Выражение признательности

Ведущие авторы: Эдгар Хертвич, Рид Лифсет, Стефан Паулюк и Нико Херен.

Авторы: Салим Али, Цинси Ту, Фульвио Арденте, Питер Беррилл, Томер Фишман, Ко-ичи Канаока, Джоанна Кульчикка, Тамар Маков, Эрик Масане, Пауль Вольфрам.

Помощь в проведении исследований, отзывы, данные: Айшвария Айер, Элвис Ачампонг, Элизабет Бердсли, Лоран Вандепаер, Шубхра Верма, Пола Волмер, Джефф Забель, Финнеган Каллмайер, Цруя Кальван Чебах, Мартин Клиффорд, Стефани Клозе, Кимберли Кокран, Джоанна Кул, Руперт Майерс, Дуглас Мейнхарт, Камила Михаловская, Фарназ Нояван Асхари, Эльза Оливетти, Сара Паменгер, Джейсон Пирсон, Адам Стокер, Стефани Сюн, Эрик Уильямс, Сейджи Хасимото, Бэйдзя Хуан, Науман Хурсид, Лука Чиаччи, Мэтью Эккельман, Бин Чжу и Сола Чжэн. Настоящий доклад подготовлен под эгидой Международной группы по ресурсам (МГР) Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Мы благодарим Янеза Поточника и Изабеллу Тейшейру, сопредседателей МГР, а также членов МГР и ее Руководящего комитета.

Авторы выражают признательность редактору, члену МГР Андерсу Вийкману и члену группы Эстер ван дер Вое за их ведущую роль и поддержку в процессе внешнего рецензирования. Они также благодарны за внешнюю экспертную оценку, которую провели Андреас Фремелт, Шиничиро Накамур, Вэньци Чжоу и другие, не упоминаемые здесь эксперты-рецензенты.

Они выражают признательность секретариату Международной группы по ресурсам, принимающей стороной которого является Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, в частности Марии Хосе Баптисте, за координацию и техническую поддержку, оказанную при подготовке настоящего доклада. Они также благодарны Джулии Окатц, «Системик», за поддержку, оказанную Секретариату МГР.

Рекомендуется ссылаться на эту публикацию следующим образом: МГР (2020). Ресурсоэффективность и изменение климата: Стратегии материалоэффективности в интересах низкоуглеродистого будущего. Хертвич, Э., Лифсет, Р., Паулюк, С., Херен, Н. Доклад Международной группы по ресурсам. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Найроби, Кения.

Дизайн и макет: Мари Монсе и И-Энн Чэнь.

Пиктограммы: Freepik с использованием сайта www.flaticon.com

Отпечатано: ЮНЕСКО

Иллюстрация на обложке: Серия «Цвета человечества» – Marthadavies, iStock / Getty Images

Авторские права © Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, 2020 г.

Данная публикация может быть воспроизведена полностью или частично в любой форме в образовательных или некоммерческих целях без специального на то разрешения правообладателя при условии ссылки на источник. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде хотела бы получить экземпляры всех публикаций, в которых настоящий доклад будет использован в качестве источника. Запрещается использование настоящей публикации в целях перепродажи или в любых других коммерческих целях без предварительного письменного разрешения Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде.

Отказ от ответственности

Использованные в настоящей публикации названия и представление материалов не являются выражением со стороны Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде какого-либо мнения относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района или их соответствующих органов управления, равно как и линий разграничения или границ. Кроме того, высказанные точки зрения не обязательно представляют собой принятое решение или заявленную политику Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде, равно как и упоминание торговых названий или коммерческой деятельности не означает их одобрения.

Задание №: DTI/2269/PA

ISBN: 978-92-807-3771-4

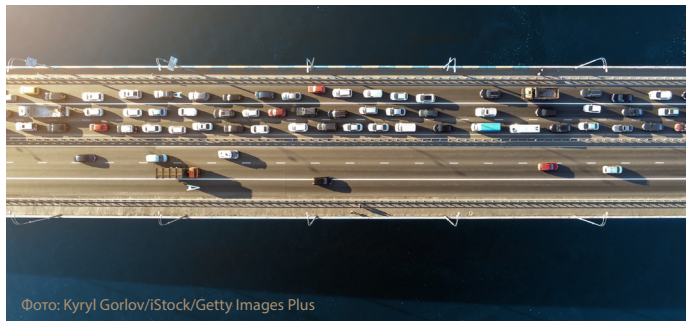


Фото: Kyryl Gorlov/iStock/Getty Images Plus



Фото: iXabey photo/Alexander Birch



Фото: Marcin Wojcik/iStock/Getty Images Plus

Резюме для директивных органов

Ресурсоэффективность и изменение климата

Стратегии
материалоэффективности
в интересах
низкоуглеродистого будущего

Подготовлено Международной группой по ресурсам

В настоящем документе представлены основные выводы полного текста доклада, в связи с чем это резюме следует читать вместе с полным текстом. Список исследований и обзоров, использованных при подготовке настоящей публикации, приводится в полном тексте доклада. Полный текст доклада можно скачать по адресу:

<https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency-and-climate-change>

Предисловие

В этом году Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) опубликовала десятое издание своего доклада о диспропорциях в выбросах парниковых газов (Emissions Gap Report), который показал, что мир должен немедленно приступить к более радикальному и быстрому сокращению этих выбросов, чтобы удержать глобальное повышение температуры в пределах 1,5°C. Для достижения этой цели нам необходимо будет использовать весь спектр вариантов сокращения выбросов, включая реализацию стратегий повышения материалоэффективности.

Международная группа по ресурсам (МГР) с 2007 г. занимается изучением вопроса о том, как человечество может более эффективно управлять своими ресурсами. Проведенные ею исследования показывают, что на добычу и переработку природных ресурсов приходится более 90% глобальных потерь биологического разнообразия и нагрузки на водные ресурсы и примерно половина глобальных выбросов парниковых газов. Настоящий новый доклад МГР «Ресурсоэффективность и изменение климата: стратегии материалоэффективности в интересах низкоуглеродистого будущего», подготовленный по заказу Группы семи, указывает на новые интересные возможности снижения этих последствий за счет повышения материалоэффективности в жилищном строительстве и автомобилестроении.

Как правило, основное внимание в рамках глобальных усилий по смягчению последствий изменения климата уделяется повышению энергоэффективности и ускорению перехода к возобновляемым источникам энергии. Это по-прежнему сохраняет свою важность, однако настоящий доклад показывает, что материалоэффективность также может принести большие выгоды. Согласно моделям МГР, выбросы на протяжении жизненного цикла материалов жилых зданий в странах Группы семи и Китае могут быть сокращены, по меньшей мере, на 80% к 2050 г. с помощью ряда стратегий повышения материалоэффективности. Наиболее перспективные стратегии включают более интенсивную эксплуатацию жилых зданий, запроектированное использование меньшего количества строительных материалов и их улучшенную переработку.

Аналогичным образом, материалоэффективность может обеспечить значительное сокращение выбросов в процессе производства, эксплуатации и утилизации автомобилей. В частности, стратегии материалоэффективности могли бы к 2050 г. сократить выбросы на протяжении жизненного цикла материалов легковых автомобилей на 70% в странах Группы семи и на 50-60% в Индии и Китае. Наибольшая экономия была бы достигнута за счет изменения форм эксплуатации автотранспортных средств (совместное использование автомобилей и совместные поездки) и перехода к более интенсивной эксплуатации меньших по размеру автомобилей, отвечающих задачам конкретных поездок.

В настоящем докладе четко показано, что природные ресурсы играют жизненно важную роль в обеспечении нашего благополучия, жилья, транспорта и нашей продовольственной безопасности. Их эффективное использование имеет ключевое значение для будущего в плане всеобщего доступа к устойчивым и недорогим источникам энергии, инфраструктуры и зданий, не загрязняющих окружающую среду, транспортных систем с нулевым уровнем выбросов, энергосберегающих отраслей промышленности и обществ с ограниченным количеством отходов. Стратегии, излагаемые в этом докладе, могут сыграть большую роль в воплощении этого будущего в реальность.



Ингер Андерсен,

Директор-исполнитель
Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде

Предисловие

Мы живем в условиях кризиса, вызванного глобальным потеплением и серьезно угрожающего благополучию населения планеты, которое к середине столетия превысит девять миллиардов человек. В то же время существует прекрасная возможность перестроить наши системы производства и потребления таким образом, чтобы они отвечали предельным возможностям нашей планеты и поддерживали благосостояние общества. Важнейшую роль в этом деле будут играть стратегии материалоэффективности, проводимые в жизнь, например, путем обеспечения низкоуглеродистого жилья и транспорта.

Международная группа по ресурсам (МГР) была создана в 2007 г. для проведения независимых, авторитетных и актуальных для политики научных оценок состояния, тенденций разработки и будущего природных ресурсов. Группа подготовила 28 докладов, способствовавших углублению знаний о том, как общество может обеспечить экономическое развитие и повышение благосостояния, которые не были бы связаны с деградацией окружающей среды и использованием ресурсов.

За последнее десятилетие в рамках такой тематики, как экономика замкнутого цикла, устойчивое управление материалами и общество с рациональным материальным циклом, природным ресурсам при разработке политики стали уделять повышенное внимание. Тем не менее, как показано в настоящем докладе, политика, связанная с использованием материалов, по-прежнему в значительной степени сосредоточена на утилизации отходов, а не на сокращении выбросов парниковых газов. Политика и исследования в области природных ресурсов должны в большей степени отвечать настоятельной необходимости смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним.

МГР гордится тем, что служит для Группы семи поставщиком знаний по вопросам устойчивого управления ресурсами. Еще в 2017 г. МГР по заказу Группы семи опубликовала доклад под названием «Ресурсоэффективность: возможности и экономические последствия». В докладе были представлены научные данные, свидетельствующие о том, что повышение эффективности использования ресурсов не только практически достижимо, но и способствует экономическому росту, созданию рабочих мест и реализации стратегий действий в связи с изменением климата. Вслед за этим Группа семи обратилась к МГР с просьбой более углубленно изучить роль ресурсоэффективности в сокращении выбросов парниковых газов.

В связи с этим в настоящем новом докладе «Ресурсоэффективность и изменение климата: стратегии материалоэффективности в интересах низкоуглеродистого будущего» рассматриваются те возможности смягчения последствий изменения климата, которые открываются благодаря более высокой эффективности использования материалов при производстве и эксплуатации жилых зданий и легковых автомобилей.

Впервые используемое в настоящем докладе комплексное восходящее моделирование показывает, например, что к 2060 г. эти стратегии могли бы значительно сократить выбросы парниковых газов, связанные с жизненным циклом материалов жилых зданий. В более конкретном плане модели говорят о том, что в период 2016-2060 гг. сокращение выбросов парниковых газов в этом секторе составит 350 млн. тонн в Китае, 270 млн. тонн в Индии и 170 млн. тонн в странах Группы семи. Столь же широкие возможности открывает использование стратегий материалоэффективности в автомобилестроении.

Еще больше обнадеживает тот факт, что эти стратегии основаны на ныне доступных проверенных технологиях и, следовательно, предоставляют реальные возможности для достижения целевого показателя в 1,5°C.

В докладе делается вывод о том, что для обеспечения таких сокращений необходимы различные меры в областях политики, которая может влиять на то, как живут люди, какие материалы и как они используют. Такие инструменты политики, как налогообложение, зонирование и регулирование землепользования, безусловно, важны, однако существенную роль играют также предпочтения и формы поведения потребителей.

Мы благодарны Эдгару Хертвичу и его команде за их самоотверженные усилия, направленные на то, чтобы дать новое понимание взаимосвязи между материалом и климатом. Материалоэффективность – это важная часть климатической головоломки, особенно в тот момент, когда для обеспечения благополучного для всех будущего срочно необходимы более широкомасштабные, быстрые и ориентированные на результат действия.

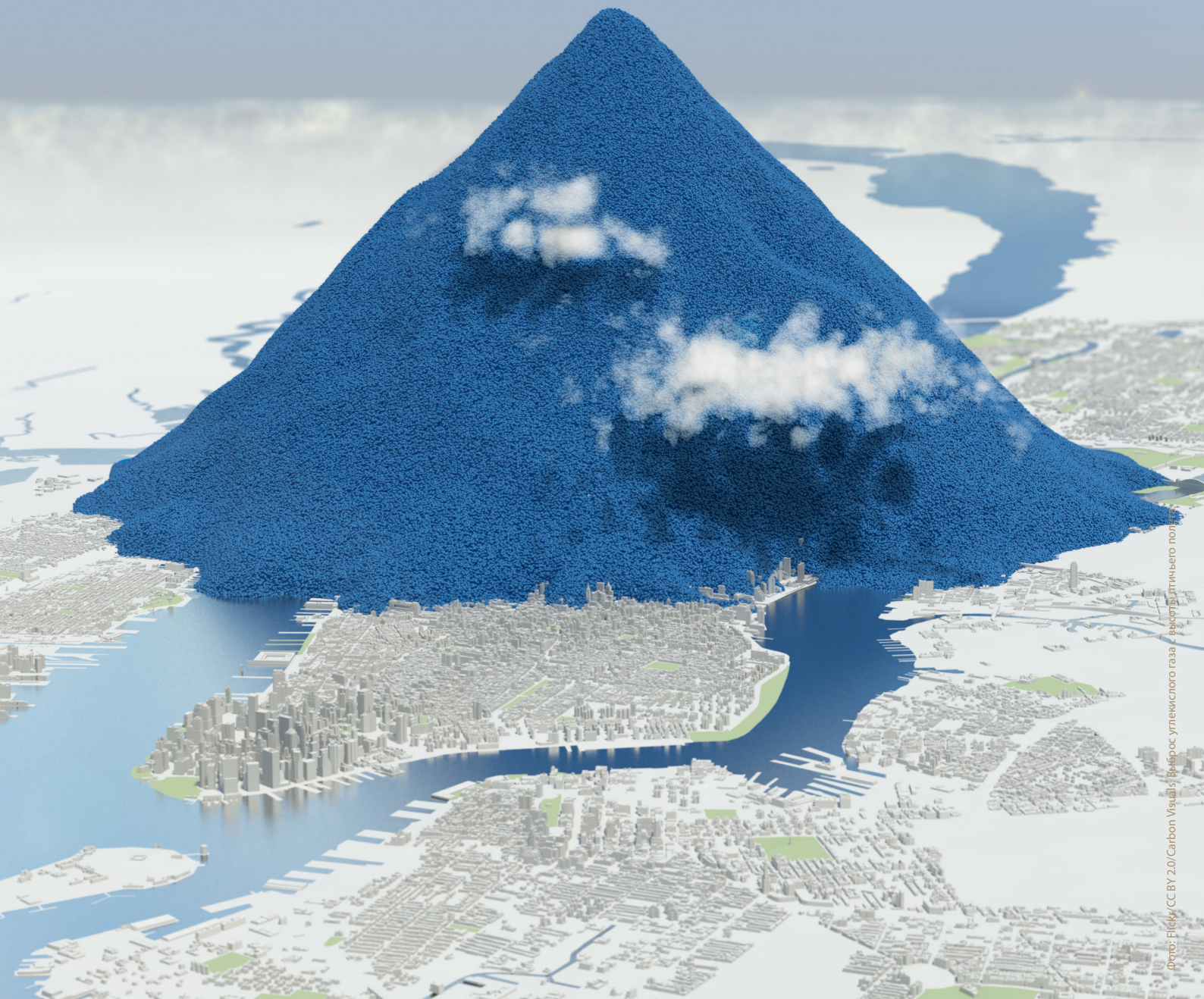


Янез Поточник
Сопредседатель,
Международная группа
по ресурсам



Изабелла Тейшейра
Сопредседатель,
Международная группа
по ресурсам

Основные тезисы



1. Повышение материалоеффективности может позволить человечеству приблизиться к целевому показателю в 1,5°C, установленному в Парижском соглашении

Если политики действительно намерены выполнить задачи, поставленные в Парижском соглашении, они должны взять на себя более серьезные обязательства по сокращению выбросов. Согласно общему углеродному бюджету, предложенному МГЭИК, Группа семи должна будет сократить свои оставшиеся выбросы CO₂ до 50 гигатонн (Гт), чтобы рост температуры был ограничен 1,5°C (если выбросы будут равномерно распределены среди всего населения планеты). Сокращение выбросов, связанных с производством, использованием, потреблением и утилизацией материалов, может помочь странам остаться в рамках этого углеродного бюджета.

Выбросы от производства материалов как доля глобальных выбросов парниковых газов возросли с 15% в 1995 г. до 23% в 2015 г. Это соответствует доле выбросов парниковых газов от сельского хозяйства, лесного хозяйства и изменений в землепользовании вместе взятых, однако им уделяется гораздо меньше внимания. По оценкам, 80% выбросов от производства материалов связано с их использованием в строительстве и изготовлении промышленных товаров. Под материалами здесь понимаются твердые материалы, в том числе металлы, дерево, строительные минералы и пластмассы. Топливо, продукты питания и химические вещества сюда не включены.

Снижение выбросов парниковых газов, связанных с материалами для строительства жилых зданий и производства автомобилей – основных товаров строительного и производственного секторов, – может позволить странам Группы семи в период 2016-2060 гг. сократить совокупные объемы углекислого газа, выбрасываемые в атмосферу в течение всего жизненного цикла материалов, на 25 Гт. Технологии, позволяющие повысить материалоеффективность, доступны уже сегодня.

2. Существуют широкие возможности для сокращения выбросов парниковых газов в связи с жилищным строительством

В странах Группы семи стратегии повышения материалоеффективности, включая использование переработанных материалов, могут обеспечить к 2050 г. сокращение **выбросов парниковых газов в ходе жизненного цикла материалов жилых зданий** на 80-100%. Это сокращение к 2050 г. может составить 80-100% в Китае и 50-70% в Индии.

Стратегии, которые обладают значительным потенциалом для сокращения выбросов, включают более интенсивное использование жилых домов (сокращение до 70% к 2050 г. в странах Группы семи), проектирование зданий с меньшим количеством материалов (8-10% к 2050 г. в странах Группы семи) и устойчивую лесозаготовку (1-8% к 2050 г. в странах Группы семи). Улучшенная переработка (рециклирование) материалов в этих странах может к 2050 г. сократить выбросы парниковых газов на 14-18%. В целом совокупное сокращение выбросов в период 2016-2050 гг. в результате реализации этих стратегий в странах Группы семи составит 5-7 Гт CO₂.

Стратегии повышения материалоеффективности могут отразиться и на **других этапах жизненного цикла жилых зданий**, ведя к дополнительному сокращению энергопотребления. В применении ко всему жизненному циклу зданий, в странах Группы семи эти стратегии к 2050 г. могут помочь снизить выбросы, приходящиеся на долю строительства, эксплуатации и разборки зданий, на 35-40%. В Индии и Китае аналогичное сокращение может достичь 50-70%.

3. Широкие возможности для сокращения выбросов парниковых газов предоставляет легковая автомобильная промышленность

Материалоэффективность может обеспечить значительное уменьшение выбросов парниковых газов в дополнение к тем сокращениям, которые ожидаются от перехода на экологически чистую энергию и от постепенного расширения использования электрических автомобилей и транспортных средств на водородном топливе. К 2050 г. стратегии повышения материалоэффективности позволили бы **сократить объемы парниковых газов, выбрасываемых в течение жизненного цикла материалов легковых автомобилей**, в странах Группы семи на 57-70%, в Китае на 29-62% и в Индии на 39-53%.

Стратегии материалоэффективности могут также способствовать сокращению **выбросов парниковых газов, связанных с эксплуатационным энергопотреблением**. Они могут обеспечить к 2050 г. сокращение совокупных объемов парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу в процессе производства, эксплуатации и утилизации автомобиля после выработки ресурса, на 30-40% в странах Группы семи и на 20-35% в Индии и Китае.

Наибольшего сокращения выбросов, производимых в течение всего жизненного цикла транспортных средств, можно достичь путем изменения моделей пользования транспортом (совместные поездки, совместное использование автомобилей), а также путем перехода к средствам передвижения меньших размеров, отвечающих требованиям конкретных поездок. Главным образом это объясняется тем, что при таком подходе сократится не только потребность в материалах, но и энергопотребление в ходе эксплуатации транспортных средств.

4. Чтобы стратегии материалоэффективности принесли плоды, требуются меры в области политики

Нынешняя политика чрезмерно сосредоточена на вывозе отходов на свалки и на уменьшении их массы, а не на сокращении выбросов парниковых газов в течение всего жизненного цикла. Количество энергии и материалов,

которые будут затрачены при строительстве жилых зданий и производстве автомобилей, а также при их эксплуатации, их долговечность, простота повторного использования и переработки – все это определяется на стадии их проектирования. Связующим звеном между проектированием зданий и политикой являются строительные правила и нормы. Они могут как способствовать, так и препятствовать эффективному использованию материалов.

Межотраслевая политика может оказать значительное воздействие на материалоэффективность, однако количественные оценки этого воздействия практически отсутствуют. Такая политика включает пересмотр строительных правил и норм, использование государственных систем сертификации строительства, «зеленые» государственные закупки, налогообложение первичных материалов, отмену субсидий на первичные ресурсы и установление порядка использования переработанных материалов.

5. Пути воздействия политики на материалоэффективность бывают самыми различными и могут носить опосредованный характер

Более интенсивное использование жилых домов требует смещения акцента в политике с выбора материалов и характера их использования на бытовые стороны жизни людей. Такие инструменты политики, как налогообложение, зонирование и регулирование землепользования, безусловно, важны, однако существенную роль играют также предпочтения и формы поведения потребителей.

Материалоэффективность подвержена эффекту отдачи, при котором экономия финансовых средств может повлечь за собой увеличение потребления – например, возможности съема недорогих квартир (в частности, через Airbnb) могут вести к увеличению числа поездок и количества выбросов парниковых газов. Эффект отдачи могут уменьшать инструменты политики, которые непосредственно или опосредованно повышают стоимость производства или потребления, например, налоги или системы ограничения и торговли квотами на выброс газов.

Другим возможным направлением политики могло бы стать включение показателей материалоэффективности в определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ) в осуществление Парижского соглашения.

В настоящее время ОНУВ включают в себя ограниченные обязательства в отношении материалоэффективности. Ресурсосбережение, управление ресурсами, материалоэффективность, экономика замкнутого цикла или инструменты, касающиеся потребления, в них практически не упоминаются. В качестве прямых мер по смягчению последствий изменения климата они конкретно указаны только в ПОНУВ/ОНУВ Японии, Индии, Китая и Турции. Обязательства по утилизации отходов (которые частично совпадают со стратегиями материалоэффективности) представлены в ОНУВ на скромном уровне. Более заметную роль в ОНУВ играет та или иная форма политики в области ресурсосбережения, характеризующаяся тесными связями с политикой материалоэффективности и, возможно, являющаяся ее прообразом. Материалоэффективность может быть повышена не только за счет расширения сферы охвата целевых показателей в рамках ОНУВ, но и путем постановки более серьезных целей в области смягчения последствий изменения климата.

6. Политика должна оцениваться с учетом жизненного цикла материалов в целях определения ее последствий для перераспределения нагрузки и синергии на всех этапах этого цикла и во всех промышленных секторах

Системы мониторинга и показателей сами по себе не будут отслеживать эффективность той или иной политики. Проводится крайне мало систематических количественных исследований влияния на выбросы парниковых газов со стороны политики, направленной на обеспечение материалоэффективности и на повторное использование, восстановление и переработку продукции. Более тщательный и всесторонний анализ политики может способствовать разработке эффективных стратегий.



Фото: fotolupa/Stock/Getty Images Plus

Вставка 1. Пояснение терминологии и тематики настоящего доклада

Материалоэффективность, экономика замкнутого цикла, перспектива уменьшения количества, повторного использования и переработки материалов, а также устойчивое управление ими – все это в различной степени относится к тому, как ресурсы должны использоваться обществом для сокращения потребностей в первичных материалах при одновременном обеспечении его благополучия. Однако есть некоторые нюансы.

Ниже приведены основные определения, используемые в докладе.

- **Материалоэффективность** означает использование меньшего количества материалов для обеспечения такого же уровня благополучия. Она измеряется количеством услуг, полученных на единицу использования материала. К материалам относятся, в частности, биомасса, цемент, ископаемые виды топлива, металлы, неметаллические минералы, пластмассы, древесина.
- **Ресурсоэффективность** включает эффективность использования материалов, но является более широким термином, который вместе с материалами охватывает водные, энергетические и земельные ресурсы. Глобальная перспектива в области ресурсов (2019 г.), разработанная Международной группой по ресурсам, определяет ресурсоэффективность как достижение более высоких результатов при меньших затратах, которое может быть отражено такими показателями, как производительность ресурсов (включая ВВП/ресурсопотребление). Поэтому ресурсосберегающая экономика будет включать в себя оптимизированные системы производства и потребления с точки зрения природных ресурсов. Этот термин охватывает стратегии дематериализации (экономия и сокращение расхода материалов и энергии) и повторной материализации (повторное использование, модернизация и переработка) в рамках общесистемного подхода к экономике замкнутого цикла.
- **Устойчивое управление материалами** означает такой подход к удовлетворению потребностей человека, который основывается на наиболее продуктивном и устойчивом первичном и повторном использовании ресурсов на протяжении всего их жизненного цикла, в целом сводя к минимуму количество используемых материалов и все связанные с этим последствия (Агентство США по охране окружающей среды, 2015 г.).
- **Экономика замкнутого цикла** – это экономика, в которой ценность продукции, материалов и ресурсов сохраняется как можно дольше, а удаление использованных товаров в утиль сведено к минимуму.
- **Перспектива сокращения, повторного использования и переработки материалов** охватывает аналогичные стратегии, включенные в концепции, описанные выше. Составляющие этого подхода, которые уходят своими корнями в политику управления утилизацией отходов, влияют на процессы, происходящие на этапах производства и использования продукции в течение ее жизненного цикла, и сами зависят от этих процессов.

В коммюнике встречи министров охраны окружающей среды Группы семи, состоявшейся в Болонье, МГР было предложено *провести дальнейшую оценку потенциального сокращения выбросов парниковых газов благодаря политике ресурсоэффективности с целью получения сопутствующих выгод путем определения наиболее перспективных ресурсосберегающих мер с точки зрения их возможностей для сокращения выбросов*. В связи с этим предложением авторы разработали сценарии выбросов, которые количественно показывают потенциальное сокращение выбросов парниковых газов благодаря повышению материалоэффективности в жилищном строительстве и автомобилестроении в странах Группы семи, а также в Индии и Китае. Они также рассмотрели политику, направленную на поощрение или введение стратегий материалоэффективности в этих секторах. Жилые здания и автомобили особенно актуальны, поскольку на использование материалов при изготовлении каждого из этих двух товаров приходится 40% мировых выбросов парниковых газов. Специфичность и несколько однородный характер этих двух категорий продуктов потребовались для разработки надежной модели восходящего характера.

Группа семи также просила МГР рассмотреть вопрос о низкоуглеродистых технологиях, актуальных для разработки нескольких рамочных подходов, касающихся ресурсов (ресурсосбережение, экономика замкнутого цикла, сокращение, повторное использование и переработка материалов, а также устойчивое управление материалами). При моделировании сценариев, выполненном для данного доклада, авторы рассмотрели изменения в структуре энергопотребления наряду с соответствующими выбросами парниковых газов, а также распространение использования низкоуглеродистых технологий в двух выбранных секторах (жилищное строительство и автомобилестроение), таких как энергопассивные дома и электромобили.



Фото: iam Anurong / Stock/Getty Images Plus



1. Введение

1.1 Взаимосвязь между материалами и изменением климата

Как было показано в предыдущих оценках МГР, характер использования природных ресурсов мировой экономикой оказывает существенное влияние на климат нашей планеты. Способы добычи этих ресурсов и степень их использования определяют объемы выбросов парниковых газов. Без существенного повышения ресурсоэффективности удержать глобальное потепление в пределах ниже 1,5-2°C будет практически невозможно и обойдется значительно дороже.

Производство и использование материалов взаимодействуют с изменением климата по нескольким направлениям. Производство материалов приводит к выбросам парниковых газов, которые являются причиной антропогенного изменения климата. Смягчение последствий этих выбросов и адаптация к изменению климата, в свою очередь, влияют на потребность в материалах. В более конкретном плане:

- Усилия по смягчению последствий изменения климата могут потребовать большего количества и более редких материалов. Производство низкоуглеродистой электроэнергии посредством фотоэлектричества, ветроэнергетики, атомной энергетики и сжигания ископаемого топлива с улавливанием и хранением диоксида углерода требует использования либо большего количества материалов, либо более редких материалов по сравнению с традиционным производством электроэнергии на основе ископаемого топлива.
- Варианты адаптации могут повысить потребность в материалах. Такие меры, как строительство морских дамб и береговых защитных сооружений, модификация транспортной и дорожной инфраструктуры или обеспечение устойчивости антропогенной среды к внешним воздействиям, включая ее изоляцию и охлаждение, могут увеличить добычу и использование материалов и связанные с этим выбросы парниковых газов.

1.2 Рост потребностей в материалах и выбросов парниковых газов

Выбросы парниковых газов в результате производства материалов за 20 лет более чем удвоились, увеличившись с 5 Гт CO₂ в 1995 г. до более чем 11 Гт CO₂ в 2015 г. ввиду роста производства первичных материалов. Стратегии материалоеффективности могут снизить потребность в энергоемких первичных материалах без ущерба для благосостояния. Ресурсоэффективность и экономика замкнутого цикла могут стать рамками надежной политики для преобразования наших способов использования материалов.

Доля производства материалов в глобальных выбросах парниковых газов в период 1995-2015 гг. увеличилась с 15% до 23% (диаграмма 1). Более половины углеродного следа материалов – это прямые выбросы от процессов их производства. На энергоснабжение всей производственно-сбытовой цепочки приходится 35% выбросов, на добычу полезных ископаемых – 2%, на другие экономические процессы – 9%. Наиболее заметную роль в выбросах парниковых газов сыграли такие материалы, как железо и сталь (32%), цемент, известь и штукатурка (25%), резина и пластмассы (13%) и другие неметаллические минералы (13%) (диаграмма 2). На строительство и производство пришлось по 40% выбросов парниковых газов при первичном использовании материалов. Жилые дома были важнейшим продуктом строительства, автомобили – важнейшим продуктом производства.

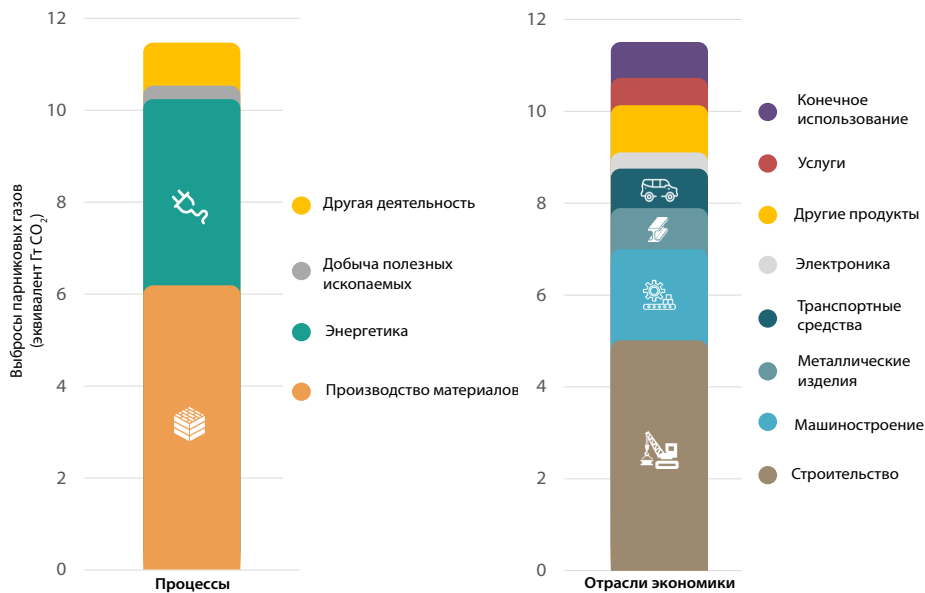
Большинство материалов используется для производства капитальных товаров. Динамика использования материалов обусловлена наращиванием капитальных товаров, например, зданий и инфраструктуры, что происходит в основном в странах с формирующейся рыночной экономикой. В результате этого такие страны вносят больший вклад в глобальное использование материалов, чем в глобальное энергопотребление. При этом в странах Группы семи связанные с материалами выбросы парниковых газов с 1995 г. являются достаточно стабильными, оставаясь на уровне примерно 2 Гт CO₂. Страны Группы семи являются чистыми импортерами товаров и услуг,

Диаграмма 1. Выбросы, связанные с производством материалов, как доля от общих глобальных выбросов, 1995 г. и 2015 г.



Диаграмма 2. Глобальный углеродный след, оставленный материалами в 2015 г.:

(А) процессом выбросов; (В) первичным использованием материалов в последующих производственных процессах.



Источник: Hertwich, E.G., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Asghari, F.N., Olivetti, E., Pauliuk, S., Tu, Q., Wolfram, P., 2019. Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics — a review (Стратегии материалоэффективности, направленные на сокращение выбросов парниковых газов, связанных со зданиями, транспортными средствами и электроникой – обзор). Environ. Res. Lett. 14, 043004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0fe3>

которые зависят от материалов, произведенных в странах, не являющихся членами ОЭСР. Наибольший рост производства и потребления наблюдается в странах БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай, Южная Африка).

1.3 Стратегии материалоеффективности: новые возможности для сокращения выбросов парниковых газов

Исторически сложилось так, что усилия по декарбонизации, связанные с материалами, оказались направлены в первую очередь на сокращение использования энергии и выбросов парниковых газов в процессе производства материалов. Эти ориентированные на производство стратегии включают в себя энергоэффективность, переход к новому топливу и сырью, сокращение выбросов парниковых газов в ходе производственных процессов, а также улавливание и хранение углерода. Вместе с тем, существенные дальнейшие сокращения выбросов при использовании этих стратегий, как правило, сопряжены с большими расходами и трудностями.

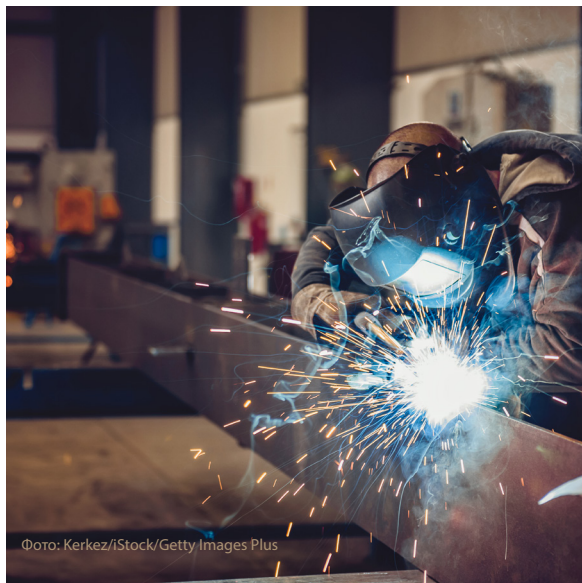


Фото: Kerkez/iStock/Getty Images Plus

Выбросы парниковых газов в результате производства и использования материалов также могут быть ограничены с помощью стратегий, ориентированных на спрос (см. Стратегии повышения материалоеффективности во вставке 2). Например, путем обеспечения материалоеффективности в процессе проектирования и выбора низкоуглеродистых и легких материалов можно добиться улучшений на стадиях как производства, так и утилизации, а также более интенсивного использования зданий и транспортных средств.

Снижение потребности в первичных материалах за счет повышения материалоеффективности может способствовать уменьшению общих финансовых и природоохранных затрат, связанных с декарбонизацией промышленного производства, а также ускоренному обеспечению такой декарбонизации.

Моделирование, результаты которого представлены в настоящем докладе, указывает на значительные возможности для сокращения выбросов связанных с материалами парниковых газов с помощью стратегий материалоеффективности, ориентированных на уменьшение потребностей. В нем также показана взаимосвязь между материалоеффективностью и эксплуатационным энергопотреблением. Материалоеффективность позволила бы сократить выбросы в гораздо большей степени, чем декарбонизация электроснабжения, электрификация домашнего энергопотребления и переход к использованию электрических и гибридных транспортных средств.

Для того чтобы воспользоваться описанными выше возможностями смягчения последствий изменения климата, политика должна стимулировать принятие стратегий материалоеффективности. Эти стратегии должны привести к сокращению использования материалов, которое, в свою очередь, должно обеспечить снижение выбросов. Анализ повышения материалоеффективности в результате проводимой политики потребует использования оценки цикла для выявления синергетического эффекта и компромиссов на протяжении всего жизненного цикла продукта.

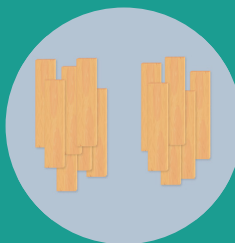
Вставка 2. Стратегии материалоэффективности в поддержку мер, связанных с климатом

В докладе рассматриваются нижеперечисленные стратегии материалоэффективности:



Запроектированное использование меньшего количества материалов

Если проект предусматривает использование более легких материалов и в меньшем количестве, это сокращает объем материалов, заложенных в продукт, а зачастую – и эксплуатационные энергетические потребности продукта. В настоящем докладе мы рассматриваем как вопросы возведения более легких зданий (сокращение содержания стали и бетона в несущих конструкциях многоквартирных домов), так и задачи уменьшения размеров транспортных средств путем перехода от более крупных автомобилей (универсалов, внедорожников) к менее крупным (легковым и малолитражным).



Замена материалов

Замена цементных и стальных компонентов зданий деревянными, а стали в автомобилях алюминием может уменьшить выбросы парниковых газов на протяжении жизненного цикла продукта. Механизмы сокращения выбросов различны. Деревянные структуры требуют меньше углерода в процессе строительства и даже обеспечивают его хранение, тогда как алюминиевые компоненты автомобилей увеличивают обусловленные материалами выбросы, но уменьшают эксплуатационные энергетические потребности, что ведет к сокращению выбросов, связанных с жизненным циклом.



Повышение эффективности производства

Уменьшение отходов при проведении производственных технологических операций может снизить потребности в расходных материалах (например, речь может идти об уменьшении обрезков или сокращении объемов металлообработки, необходимой в автомобилестроении).



Более интенсивное использование

Оно подразумевает уменьшение потребности в продукте для обеспечения таких же услуг. В отношении транспортных средств совместное использование автомобилей и совместные поездки подразумевают, что для предоставления транспортных услуг данному населению меньшее число транспортных средств используется более интенсивно. Что касается зданий, то более высокие коэффициенты их эксплуатации, например, за счет сдачи внаем пустующих помещений и использования более компактного и более эффективно спроектированного жилья, а также укрупнение домашних хозяйств/совместное проживание – все это может привести к сокращению необходимых жилых площадей.



Активизация восстановления и переработки по истечении эксплуатационного срока

Это повышает объем и качество имеющихся вторичных материалов, что может вести к уменьшению потребности в первичных материалах, используемых для изготовления такого же или иного продукта. Количество перерабатываемых строительных и автомобильных материалов может быть увеличено, но это потребует больше усилий по разборке зданий и автомобилей, чтобы избежать загрязнения различных категорий материалов.



Восстановление, модернизация и повторное использование компонентов

Замена производства запасных частей или даже первичных продуктов. Например, двутавровые балки зданий могут быть использованы повторно.



Увеличение срока службы изделия

Этого можно добиться путем лучшего проектирования, увеличения объема ремонта и расширения вторичных рынков. Например, срок службы зданий может быть увеличен за счет гибкого проектирования, которое упрощает внутреннюю перепланировку и тем самым позволяет адаптироваться к меняющимся схемам использования жилых помещений.

Диаграмма 3. Стратегии обеспечения материалоэффективности в течение жизненного цикла продукта



В ландшафте современной политики в большинстве случаев политика материалоеффективности не учитывает перспективу смягчения последствий изменения климата, а политика в области климата в большинстве случаев не учитывает перспективу материалоеффективности. Политика материалоеффективности, как правило, формируется в рамках усилий по улучшению экологических и ресурсных составляющих управления утилизацией отходов при ограниченной связи со смягчением последствий изменения климата. Политика в области изменения климата сосредоточена главным образом на энергоэффективности, а не на материалоеффективности в качестве

центральной стратегии сокращения выбросов парниковых газов. Материалоеффективность как движущая сила сокращения выбросов парниковых газов должна быть заложена в проект. Ясность цели и целенаправленное изменение политики имеют решающее значение для увязки материалоеффективности и смягчения последствий изменения климата.

В таблицах 1, 2 и 3 настоящего резюме приведены примеры усилий стран и местных органов власти в области политики, направленные на решение разнообразных задач по повышению материалоеффективности.

Вставка 3. Пояснение методологии

Влияние стратегий повышения материалоеффективности количественно оценивается авторами с помощью разработанных сценариев потребностей в жилом пространстве и автомобильном транспорте, демографических и экономических прогнозов, а также соответствующих сюжетов. Они согласуются с общими социально-экономическими путями (ОСП) 1 и 2, которые широко используются при моделировании климатических сценариев. Два исходных сценария включают декарбонизацию структуры энергопотребления и переход к использованию электромобилей, что отвечает задаче ограничения глобального потепления 2°C. Третий сценарий в значительной степени опирается на снижение потребностей, энергоэффективность и материалоеффективность, благодаря чему декарбонизация позволяет достичь целевого показателя в 1,5°C. В рамках этой модели в целом рассматриваются четыре аспекта выбросов парниковых газов, которые важны для принятия комплексных решений в рамках климатической политики.

Диаграмма 4. Четыре аспекта выбросов парниковых газов, рассматриваемые в настоящем докладе

Выбросы, связанные с жизненным циклом материалов

Выбросы, образующиеся при производстве материалов, связывание углерода в древесине и квоты на переработку продукции, позволяющую избежать использования первичных материалов.

Годовой объем выбросов

Выбросы, связанные с жилыми домами или автомобилями, за один конкретный год, с акцентом на 2050 г., рассчитанные либо только как выбросы в течение цикла материалов, либо как выбросы в течение жизненного цикла.



Выбросы в течение жизненного цикла

Выбросы, образующиеся в течение всего жизненного цикла продукта, в том числе выбросы, связанные с циклом материалов и с использованием энергии при производстве или строительстве, а также при эксплуатации продукции (обогрев/охлаждение домов, эксплуатация автомобилей).

Совокупные выбросы

Все выбросы, связанные с жилыми зданиями или автомобилями, за период 2016-2060 гг. в их совокупности, рассчитанные либо только как выбросы в течение цикла материалов, либо как выбросы в течение жизненного цикла.



2. Материалоэффективное жилье

2.1 Понимание потенциала

Стратегии материалоэффективности, указанные в докладе, могут снизить выбросы парниковых газов при строительстве, эксплуатации и сносе жилых зданий в странах Группы семи к 2050 г. еще на 35–40% в дополнение к сокращениям, достигнутому за счет повышения энергоэффективности и использовании низкоуглеродистой структуры энергопотребления. Эти стратегии способны: (1) снизить потребность в первичных материалах для строительства новых зданий; (2) обеспечить доступ других рынков к вторичным материалам, тем самым снизив потребность в производстве первичных материалов для этих рынков; и (3) повысить интенсивность использования зданий, уменьшив потребности в их отоплении и охлаждении, а также в жилых помещениях, с соответствующим сокращением выбросов в ходе эксплуатационного энергопотребления.

Распространенные сегодня строительные проекты и методы строительства обуславливают неоправданно высокие уровни выбросов углекислого газа из-за чрезмерного использования таких углеродоемких материалов, как сталь, цемент и стекло. Здания, которые требуют более легких материалов и спроектированы в большем соответствии с надлежащими техническими характеристиками, используют меньше материалов и могут к 2050 г. снизить связанные с ними выбросы в странах Группы семи на 8–10%, а в Индии и Китае – на 20–35%. Для достижения такой экономии инженеры могут рассчитать рекомендуемые размеры таких элементов конструкции, как несущие балки, а архитекторы спроектировать конфигурацию и предусмотреть использование облегченных конструкций (например, обвязку балок стойками).

Выбросы от цикла строительных материалов в странах Группы семи могут быть снижены на 1–8% за счет более широкого использования деревянных компонентов с учетом как снижения выбросов, так и накопления углерода в древесине. Сокращения в Индии и Китае могут достичь

5–31%, учитывая более крупные объемы нового строительства и более широкое – и углеродоемкое – использование железобетона. Дерево широко используется при строительстве частных жилых домов в Канаде, США, скандинавских странах и Японии, но реже применяется в многоквартирных домах или в европейских странах Группы семи. Последние достижения в области строительства теперь позволяют использовать деревянные конструкции в многоэтажных зданиях, давая возможность более широко применять дерево для замены более углеродоемких строительных материалов. Однако при анализе мер по смягчению последствий изменения климата моделирование конкуренции в области землепользования часто показывает, что наличие деревянных стройматериалов ограничено, а климатические выгоды возможны только при устойчивом использовании деревянных конструкций. Реализация этой стратегии требует расширения лесонасаждений и совершенствования управления лесными ресурсами.

Снижение спроса на жилые помещения на 20% по сравнению с референтным сценарием уменьшит потребности в новом строительстве в странах Группы семи. Это могло бы к 2050 г. сократить в странах Группы семи выбросы парниковых газов от цикла строительных материалов в жилых домах на 73% (включая снижение выбросов в результате использования переработанных строительных материалов в других отраслях экономики). В Индии и Китае такое сокращение составило бы от 6 до 59%. Более интенсивного использования жилых зданий можно достичь в том случае, если люди предпочтут частным домам меньшие жилые помещения в многоквартирных домах. Кроме того, людей можно поощрять к совместному проживанию в домах и соответствующих жилых помещениях, например, сосредоточенных вокруг общего коммунального блока, и к смене жилья на меньшее по размеру при сокращении семьи (например, когда дети начинают жить отдельно от родителей). Более интенсивное использование может быть также привлекательным, когда оно

связано с городским образом жизни и лучшим доступом к рынкам труда и объектам общественной инфраструктуры.

В 2016 г. повторное использование строительных материалов позволило странам Группы семи сократить выбросы от цикла материалов жилых домов на 15-20%. Оптимистичный прогноз говорит, что улучшение переработки может уменьшить выбросы в этих странах еще на 14-18%.

Более интенсивная эксплуатация жилых зданий ведет к сокращению выбросов от использования энергии на отопление и охлаждение. Сокращение выбросов может быть пропорционально уменьшению жилой площади.

Если технический потенциал проанализированных стратегий материалоеффективности будет задействован

полностью, то в своей совокупности они могут к 2050 г. сократить в странах Группы семи и Китае годовые выбросы парниковых газов, связанные с циклом использования материалов в жилых домах, на 80-100% больше, чем в соответствии со сценарием, не учитывающим требования материалоеффективности (включая преимущества использования переработанных материалов). Соответствующее сокращение в Индии составило бы к 2050 г. 50-70%. Это означает годовое сокращение выбросов парниковых газов к 2050 г. на 130-170 млн. тонн в странах Группы семи, 270-350 млн. тонн в Китае и 110-270 млн. тонн в Индии. Моделирование показывает, что сокращение жилых площадей, которое также снижает потребность в отоплении и охлаждении, к 2050 г. приведет к сокращению выбросов в странах Группы семи на 120-130 млн. тонн.

Диаграмма 5. Выбросы, связанные с жизненным циклом жилых домов, с использованием и без использования стратегий материалоеффективности (СМЭ) (2050 г., страны Группы семи, Индия и Китай)

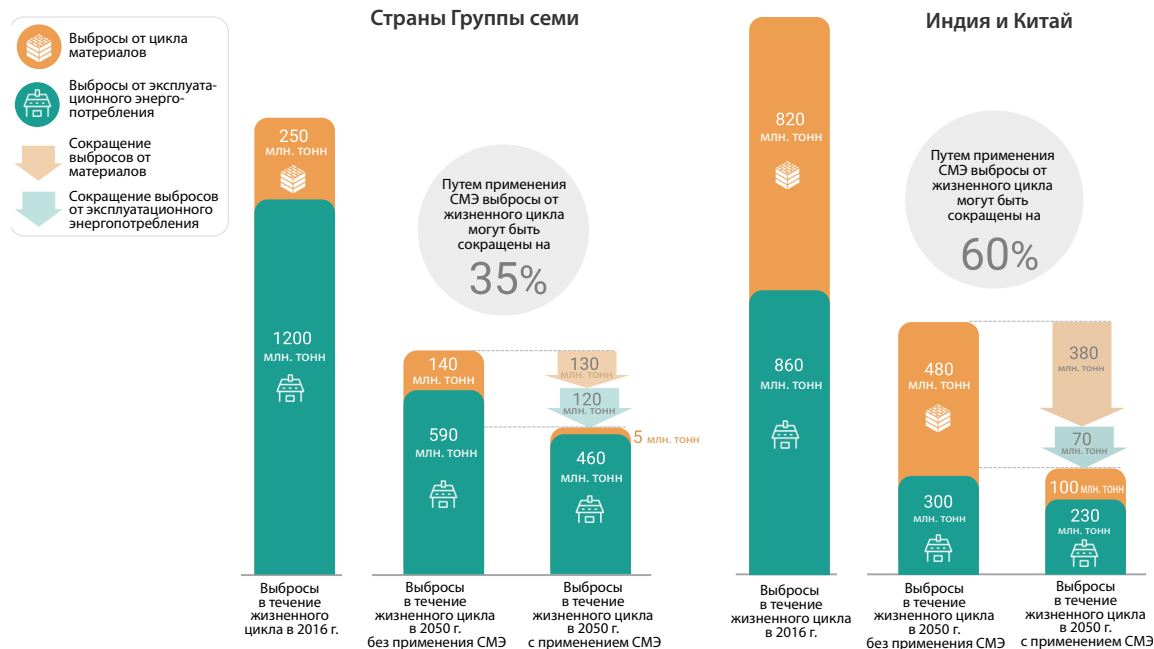
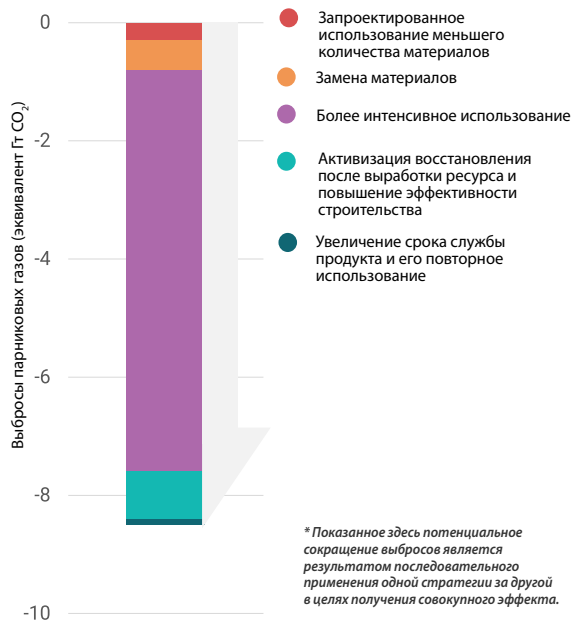


Диаграмма 6. Потенциальное сокращение выбросов парниковых газов в результате применения стратегий материалозффективности к жилым домам в странах Группы семи (2016-2060 гг.)



Источник: Panel Internacional de Recursos, 2019

2.2 Соображения, касающиеся политики

Возможности обеспечения материалозффективности в строительной отрасли существуют на различных уровнях: материалы, компоненты и здание. Соответствующие меры могут быть приняты в таких областях, как проектирование, производство материалов и компонентов, организация работы на стройплощадке, эксплуатация и обслуживание зданий, их обновление, восстановление и повторное использование, а также утилизация отходов в конце срока службы.

Для многих стратегий повышения материалозффективности ключевым этапом является проектирование. Политика влияет на проектирование косвенным образом, в первую очередь через строительные правила и нормы. Решения на этапе проектирования определяют выбор материала, строительные методы, возможности увеличения срока службы здания, а также стратегии по окончании срока эксплуатации, включая разборку здания, повторное использование компонентов и переработку отходов. Это говорит о необходимости уделять пристальное внимание как содержанию строительных правил и норм, так и их распространению и утверждению государственными органами. Ключевую роль в устранении барьеров на пути внедрения новаторских методов повышения материалозффективности могут играть скорее результаты работы, нежели установленные стандарты.

Более широкое использование программного обеспечения для управления строительной информацией и применение сборных конструкций могут способствовать внедрению методов и технологий, снижающих расход материалов. В некоторых странах их предписано использовать в основном при строительстве более крупных зданий. Политика управления утилизацией отходов по истечении срока службы, т.е. повторное использование и переработка строительных отходов, широко распространена, но часто ориентирована на вывоз мусора на свалки. Для того чтобы материалозффективность вела к смягчению последствий изменения климата, цели политики должны в приоритетном или, по крайней мере, в общем порядке включать задачи по сокращению выбросов парниковых газов.

Повышение интенсивности эксплуатации жилых зданий за счет использования совместного и меньшего по размерам жилья формируется не только строительными правилами и нормами, но и регулированием зонирования и землепользования, налогами, в том числе на собственность и углеродный след, урбанизацией, демографическими тенденциями и потребительскими предпочтениями. Использование совместного и меньшего по размеру жилья можно стимулировать посредством изменений в регламентации и налогообложении, но это также требует изменений в поведении и образе жизни.

В нижеследующей таблице приводится краткое изложение стратегий обеспечения материалоеффективности жилья, соответствующих инструментов политики и примеров, которые включены в главу доклада, посвященную политике.

Таблица 1. Стратегии материалоеффективности для жилищного строительства, возможности сокращения выбросов парниковых газов и инструменты политики

Стратегия материалоеффективности	Инструменты политики ¹	Описание	Примеры на региональном/национальном/местном уровне ²
Использование меньшего количества материалов в соответствии с проектом	Не обнаружено инструментов политики, непосредственно касающихся использования облегченных материалов		
	Установленный порядок использования блочного и модульного строительства	<ul style="list-style-type: none"> Установленный порядок использования блочного и модульного строительства может упростить применение облегченных материалов 	<ul style="list-style-type: none"> Правила контроля строительных работ (Сингапур). https://www.bca.gov.sg/emailsender/buildSmart-022018/microsite/. Согласно 13-му пятилетнему плану Китая, блочные здания составляют 30% новых построек http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201705/W020170504041246.pdf
	Установленный порядок использования информационного моделирования зданий	Информационное моделирование зданий на стадии проектирования может помочь выявлению участков средней и малой нагрузки, допускающих использование облегченных материалов	<ul style="list-style-type: none"> Британский институт стандартов и департамент по вопросам бизнеса https://www.bsigroup.com/en-GB/Building-Information-Modelling-BIM/.
Замена материалов	Пересмотр правил и норм строительства и противопожарной безопасности в отношении цельнодеревянных конструкций	<ul style="list-style-type: none"> С циклом жизни деревянных конструкций, как правило, связано меньше выбросов, чем с бетоном и кирпичом. Многие строительные правила и нормы ограничивают использование деревянных конструкций по исторически сложившимся противопожарным соображениям В некоторых строительных правилах и нормах положения, касающиеся использования цельнодеревянных конструкций, модернизируются 	<ul style="list-style-type: none"> Специальный комитет по многоэтажным деревянным зданиям Международного совета по строительным правилам и нормам. https://www.iccsafe.org/products-and-services/1-codes/code-development/cs/icc-ad-hoc-committee-on-tall-wood-buildings/.
	Правила и нормы, допускающие использование цемента с клинкерными заменителями	Производство портландцемента сопровождается значительным выбросом парниковых газов. Изучаются возможности использования альтернативных связующих веществ	<ul style="list-style-type: none"> Европейские правила и нормы для цементных работ. https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=00000000030391002
	Пересмотр строительных правил и норм для решения вопросов, связанных с воздействием, присущим материалам	Использование альтернативных материалов (например, бетона с пониженным содержанием портландцемента) поощряется результатами, а не установленными стандартами	<ul style="list-style-type: none"> Предлагаемые строительные правила и нормы использования низкоуглеродистого бетона, Калифорния https://www.bruce-king.com/building-codes
Совершенствование блочного строительства	Установленный порядок использования блочного строительства	<ul style="list-style-type: none"> Блочное строительство позволяет повысить уровень автоматизации и планирования производства и использования компонентов, что ведет к уменьшению отходов Блочное строительство общественных и субсидированных зданий иногда является обязательным 	<ul style="list-style-type: none"> Правила контроля строительных работ (Сингапур). https://www.bca.gov.sg/emailsender/buildSmart-022018/microsite/. Согласно 13-му пятилетнему плану Китая, блочные здания составляют 30% новых построек http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201705/W020170504041246.pdf

¹ Инструменты политики в поддержку или в отношении материалоеффективности. Сюда включены некоторые стратегии, которые не предназначены для повышения материалоеффективности, но имеют для нее значительные последствия.

² Законы, положения и другие формы политики приведены здесь как примеры и не обязательно в качестве образцов эффективной политики. Некоторые из них являются примерами политики, создающей трудности.

Стратегия материалоеффективности	Инструменты политики ¹	Описание	Примеры на региональном/национальном/местном уровне ²
	Установленный порядок использования информационного моделирования зданий	<ul style="list-style-type: none"> Информационное моделирование зданий позволяет улучшить сотрудничество между проектировщиками и повысить уровень использования цифровых технологий и автоматизации, что дает возможность выявить возможные потери на ранних этапах проектирования и свести к минимуму появление отходов в результате блочного строительства и иных методов Информационное моделирование в основном используется при строительстве больших зданий. Оценок влияния предписаний на материалоеффективность обнаружить не удалось 	<ul style="list-style-type: none"> Британский институт стандартов и департамент по вопросам бизнеса https://www.bsigroup.com/en-GB/Building-Information-Modelling-BIM/
Более интенсивная эксплуатация	Сокращение транзакционных расходов и налогов на продажу жилья	<ul style="list-style-type: none"> Налоговый сбор, взимаемый при продаже дома, или налог на доход, связанный с повышением стоимости собственности, может препятствовать уменьшению жилой площади после изменения состава семьи 	<ul style="list-style-type: none"> Гербовый сбор налога на землю, Соединенное Королевство https://www.gov.uk/stamp-duty-land-tax
	Либерализация зонального регулирования для частных домов	<ul style="list-style-type: none"> Ограничения в использовании земли, касающиеся минимальной площади участка и постройки, сдерживают строительство многоквартирных домов и ведут к увеличению жилых площадей 	<ul style="list-style-type: none"> План Миннеаполиса на период до 2040 г. https://www.brookings.edu/blog/the-avenue/2018/12/12/minneapolis-2040-the-most-wonderful-plan-of-the-year/ Глава 639 свода законов штата Орегон https://olis.leg.state.or.us/liz/2019R1/Measures/Overview/HB2001
	Пересмотр законов, ограничивающих возведение жилых пристроек и точечную застройку	<ul style="list-style-type: none"> Жилые пристройки и точечная застройка позволяют использовать участки земли, имеющиеся в застроенных районах, что ведет к повышению плотности городского населения и появлению, как правило, жилья меньшей площади 	<ul style="list-style-type: none"> Штат Мэриленд, США, области приоритетного финансирования. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195380620.013.0022
Улучшенное восстановление и переработка материалов по истечении срока эксплуатации	Сортировка и обработка строительных отходов и мусора	<ul style="list-style-type: none"> Повышение уровня сортировки позволяет улучшить обработку и разделение отходов, что помогает их переработке и использованию заменителей первичных материалов. Установленный порядок сортировки помогает сохранению ценности материалов и повышает вероятность их переработки 	<ul style="list-style-type: none"> Положения норвежского закона о планировании и строительстве Закон о переработке строительных материалов. (Япония) https://www.env.go.jp/en/laws/recycle/09.pdf
	Запреты на вывоз отходов на свалки	<ul style="list-style-type: none"> Запреты на вывоз отходов на свалки часто вводятся параллельно с вспомогательными стратегиями 	<ul style="list-style-type: none"> Законы о природных ресурсах штата Вермонт. №№ 148 и 175. https://cswd.net/recycling-old/construction-demolition-waste/act-175/
Повторное использование материалов и компонентов	Установленный порядок использования блочного и модульного строительства Правила проектирования разборки зданий	<ul style="list-style-type: none"> Блочно-модульная конструкция облегчает проектирование демонтажа здания и повторное использование строительных компонентов Проекты разборки зданий могут повысить уровень разделения и повторного использования ценных компонентов 	<ul style="list-style-type: none"> Правила контроля строительных работ (Сингапур). https://www.bca.gov.sg/emailsender/buildSmart-022018/microsoft/ Согласно 13-му пятилетнему плану Китая, блочные здания составляют 30% новых построек http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201705/W020170504041246.pdf
Увеличение эксплуатационного срока продукта	Не было выявлено политики в поддержку создания конструкций длительного пользования Создание перечней исторических памятников	<ul style="list-style-type: none"> Политика в поддержку сохранения исторических зданий, ограничивающая их снос или модификацию, может препятствовать обеспечению энергоэффективности 	<ul style="list-style-type: none"> Национальный закон об охране исторических памятников (США). https://www.nps.gov/history/local-law/nhpa1966.htm Муниципальный закон № 97 города Нью-Йорка. https://www1.nyc.gov/assets/buildings/local_laws/l197of2019.pdf



3. Материалоэффективные автомобили

3.1 Понимание потенциала

Моделирование легковых автомобилей позволяет оценить влияние стратегий материалоэффективности на потребление материалов и энергии в автомобилестроении, на энергопотребление при эксплуатации транспортных средств, а также на восстановление и использование материалов, отслуживших свой эксплуатационный срок. Оно предусматривает изменение парка транспортных средств и времени их готовности к переработке после истечения этого срока. Материалы автомобилей с выработанным ресурсом, которые не используются для производства новых автомобилей, в основном перерабатываются с получением продукции более низкого качества, предназначенной для строительной отрасли. Это предполагает выдачу соответствующих квот на переработку.

По сравнению со сценарием, не предусматривающим реализации новых стратегий материалоэффективности, моделирование таких стратегий показывает, что они позволят сократить к 2050 г. в странах Группы семи выбросы CO_{2e} , связанные с циклом материалов, на 25 млн. тонн в год. Аналогичные сокращения по 25-30 млн. тонн можно обеспечить в Индии и Китае. Синергетическое сокращение выбросов, связанное со снижением эксплуатационного энергопотребления, составляет 280-430 млн. тонн CO_{2e} в год в странах Группы семи и по 240-270 млн. тонн в Индии и Китае.

Материалы отслуживших свой срок автомобилей широко перерабатываются в странах Группы семи. Использование переработанных материалов может компенсировать половину выбросов парниковых газов, связанных с производством материалов, используемых в автомобилестроении. Однако вторичная сталь, полученная путем переработки автомобилей с использованием современных технологий, загрязнена медью, что потенциально ограничивает использование этого лома по мере изменения рыночных условий, и в будущем понадобятся инновационные методы его переработки.

Повышение эффективности производства, использования производственного лома и переработки отходов по истечении эксплуатационного срока может к 2050 г. привести к сокращению выбросов парниковых газов, связанных с циклом автомобильных материалов, на 37% в странах Группы семи, на 26% в Индии и на 34% в Китае. Продление срока службы автомобилей и расширенное повторное использование их деталей может привести к дополнительному сокращению выбросов на 5-13% в странах Группы семи, на 14% в Китае и на 9% в Индии.

Снижение массы автомобиля за счет **замены материалов** ведет к экономии топлива в ходе эксплуатации автомобиля. Переход в автомобилестроении от стали к алюминию показывает увеличение связанных с материалами выбросов парниковых газов в процессе производства, в то время как общий объем выбросов в течение всего жизненного цикла транспортного средства сокращается. Использование других материалов, таких как высокопрочная сталь и углеродное волокно, демонстрирует аналогичные компромиссы.

Несколько стратегий повышения материалоэффективности предполагают **изменение форм эксплуатации транспортных средств**: совместные поездки, совместное использование автомобилей и переход к меньшим по размеру транспортным средствам. Совместные поездки и совместное использование автомобилей могут привести к сокращению общего автомобильного парка, необходимого для удовлетворения потребностей в передвижениях, что обеспечит снижение потребности в материалах для производства транспортных средств. Если до 25% поездок в странах Группы семи будут осуществляться совместно, то выбросы, связанные с циклом материалов, сократятся на 13-20%. Аналогичные сокращения будут наблюдаться в Индии и Китае. Частичный переход к использованию меньших по размеру автомобилей снизит выбросы на 11-14% в странах Группы семи, на 4% в Китае и на 3% в Индии.

Совокупное использование всех этих стратегий повышения материалоеффективности может к 2050 г. снизить связанные с автомобильными материалами выбросы на 57-70% в странах Группы семи, на 29-62% в Китае и на 39-53% в Индии. Важную роль играют технические стратегии (например, повторное использование компонентов) и изменение форм использования (например, увеличение числа совместных поездок и использование меньших по размеру транспортных средств).

Несколько стратегий повышения материалоеффективности одновременно снижают энергозатраты на производство и на эксплуатацию транспортных средств. Уменьшение объемов выбросов в результате сокращения эксплуатационного энергопотребления будет в несколько раз превышать уменьшение объемов, связанных с циклом

материалов, даже при сценариях, отражающих постепенный переход к использованию транспортных средств, работающих на электрических батареях и топливных элементах. Использование изученных стратегий повышения материалоеффективности может к 2050 г. обеспечить сокращение совокупных выбросов парниковых газов, связанных с производством, эксплуатацией и утилизацией автомобиля после окончания срока службы, на 30-40%, или на эквивалент 300-400 млн. тонн CO₂ в странах Группы семи и на 20-35% в Китае и Индии. Наиболее важными стратегиями сокращения общих выбросов в течение всего жизненного цикла являются совместные поездки, совместное использование автомобилей и переход на меньшие по размеру транспортные средства.

Диаграмма 7. Выбросы, связанные с жизненным циклом автомобилей, с использованием и без использования стратегий материалоеффективности (2050 г., страны Группы семи, Индия и Китай).



3.2. Соображения, касающиеся политики

Политика повышения материалоеффективности, связанной с автомобилями, в значительной степени основывается на выборе материалов и управлении утилизацией автомобиля после окончания срока службы. Уменьшение расхода материалов путем проектирования облегченных транспортных средств является побочным эффектом политики, направленной на сокращение расхода топлива и выбросов парниковых газов в процессе их эксплуатации, хотя во многих странах такая политика слишком слаба, чтобы противостоять тенденции к использованию более крупных и тяжелых автомобилей. Некоторые формы уменьшения веса автомобиля могут представлять собой компромисс между увеличением выбросов углерода в процессе производства и их уменьшением в процессе эксплуатации.

Нынешняя политика в отношении так называемой «совместной мобильности» – совместных поездок, совместного использования автомобилей и перевозки пассажиров – должным образом сосредоточена на вопросах поведения компаний и водителей, воздействия на пользование общественным транспортом, а также заторов на дорогах. В то время как выбросы от автомобильных поездок часто фигурируют в дискуссиях по вопросам политики, проблемы использования материалов обсуждаются реже, а соответствующие стимулы в этой области невелики. Перевозка пассажиров, как правило, увеличивает использование материалов и выбросы, если нет реального обоснования для отдельных поездок. Политика должна ориентировать совместную мобильность на использование недостаточно эксплуатируемых автомобилей, а не на покупку и использование дополнительных транспортных средств.

Управление утилизацией автомобилей в связи с окончанием срока их эксплуатации сосредоточено на устранении загрязнения и повышении показателей переработки и восстановления неметаллических остатков, образующихся в результате измельчения автомобилей.

Диаграмма 8. Потенциальное сокращение выбросов парниковых газов в результате применения стратегий материалоеффективности к автомобилям в странах Группы семи (2016-2060 гг.)



Источник: Panel Internacional de Recursos, 2019

Политика в меньшей степени сосредоточена на последствиях выбросов парниковых газов в результате утилизации автомобиля по истечении срока его эксплуатации. Внимания заслуживает корректировка политики в отношении утилизации транспортных средств с целью ограничения практики снижения качества продукции в результате ее переработки и рассмотрения сопутствующих возможностей сокращения выбросов парниковых газов.

Таблица 2. Стратегии материалоеффективности для автомобилестроения и инструменты политики

Стратегия материалоеффективности	Инструменты политики ³	Описание	Примеры на региональном/национальном/местном уровне ⁴
Использование меньшего количества материалов в соответствии с проектом	Побочный продукт мер по экономии топлива	<ul style="list-style-type: none"> Экономия топлива широко регламентируется во всех странах Группы семи, что ведет к снижению веса материалов, которое необходимо для достижения этой цели. Примеров политики, конкретно направленной на уменьшение веса материалов, выявлено не было 	<ul style="list-style-type: none"> Стандарты по среднему показателю экономии топлива для машиностроительных корпораций (США). https://www.transportation.gov/mission/sustainability/corporate-average-fuel-economy-cafe-standards Положение ЕС о стандарте выбросов для легковых автомобилей. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007R0715&from=en
	Налог на выбросы CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Единовременный налог, взимаемый в Норвегии при регистрации автомобиля, рассчитывается на основе уровня выбросов CO₂, что поощряет выбор более экономных и легких автомобилей 	<ul style="list-style-type: none"> Налог, взимаемый в Норвегии при регистрации автомобиля
Замена материалов	Побочный продукт мер по экономии топлива ⁵	<ul style="list-style-type: none"> Экономия топлива широко регламентируется во всех странах Группы семи, что ведет к более широкому использованию алюминия, пластмассы и новых материалов. Примеров политики, конкретно касающейся состава материалов, выявлено не было 	<ul style="list-style-type: none"> Стандарты по среднему показателю экономии топлива для машиностроительных корпораций (США). https://www.transportation.gov/mission/sustainability/corporate-average-fuel-economy-cafe-standards EU Положение ЕС о стандарте для характеристик выбросов легковыми автомобилями... https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007R0715&from=en
		Более интенсивное использование:	
Совместные поездки ⁵	Полосы, выделенные для автомобилей с большим числом пассажиров	<ul style="list-style-type: none"> Практика совместных поездок давно уже поощряется правительствами как средство борьбы с уличными заторами, перерасходом топлива и загрязнением окружающей среды. Цифровые платформы содействовали распространению этой практики наряду с другими формами совместной мобильности 	<ul style="list-style-type: none"> Полосы, выделенные для автомобилей с большим числом пассажиров управлением городского транспорта (Хьюстон, округ Харрис). https://www.ridemetro.org/Pages/HOVHOTLanes.aspx
Совместное использование ⁶	Преференциальный режим, устанавливаемый правилами и нормами, регламентирующими парковку, зонирование и строительство. Инструментов политики для обеспечения материалоеффективности обнаружить не удалось	<ul style="list-style-type: none"> Политика, как правило, поощряет совместное использование автомобилей путем либерализации положений, регламентирующих парковку, градостроительство и городское планирование 	<ul style="list-style-type: none"> Программа разрешений на использование в городе совместных автомобилей (Сан-Франциско). https://www.sfmta.com/projects/street-shared-vehicle-parking-permit-program Политика в отношении уличной парковки совместных автомобилей (Ванкувер). https://vancouver.ca/streets-transportation/car-sharing-carpooling-and-ride-sharing.aspx
Перевозка пассажиров ⁷	Разрешения и тарифы Требования к водителю и транспортному средству Безопасность пассажиров Представление данных	<ul style="list-style-type: none"> Большинство положений направлено на обеспечение безопасного и упорядоченного характера перевозки пассажиров, борьбы с автомобильными заторами и поступлений в муниципальный бюджет. Эти положения не содержат конкретных упоминаний роли материалоеффективности 	<ul style="list-style-type: none"> Новые правила и лицензии на перевозку пассажиров комиссии по такси и лимузинам (Нью-Йорк) licenses. https://www1.nyc.gov/site/tlc/businesses/high-volume-for-hire-services.page Налог на перевозку пассажиров (Чикаго)... https://www.chicago.gov/city/en/depts/bacp/provdrs/edu/news/2019/october/Mayor_Lightfoot_Announces_New_Regulations_to_Ease_Traffic.html

3- Инструменты политики в поддержку или в отношении материалоеффективности. Сюда включены некоторые стратегии, которые не предназначены для повышения материалоеффективности, но имеют для нее значительные последствия.

4- Законы, положения и другие формы политики приведены здесь как примеры и не обязательно в качестве образцов эффективной политики. Некоторые из них являются примерами политики, создающей трудности.

5- Под совместной поездкой понимается поездка нескольких человек в одном автомобиле в одну и ту же точку назначения или точки назначения, расположенные рядом друг с другом. Не путать с перевозкой пассажиров (например, Uber и Lyft), являющейся модифицированной формой службы такси.

6- Совместное использование автомобилей охватывает как компании с централизованными цифровыми платформами, владеющие транспортными средствами, которые сдаются в прокат членам этих компаний (например, Zip Car и Car2Go), так и платформы для прямой аренды автомобиля, находящегося во владении другого физического или юридического лица.

7- Поскольку исследования позволяют предположить, что в настоящее время перевозка пассажиров к повышению материалоеффективности не ведет, в разработанные модели она включена не была.

Стратегия материалоэффективности	Инструменты политики ³	Описание	Примеры на региональном/национальном/местном уровне ⁴
Улучшенное восстановление и переработка материалов по истечении срока эксплуатации	<p>Повышение ответственности производителя за выполнение задач, связанных с переработкой и восстановлением продукта</p> <p>Положения, касающиеся загрязнения окружающей среды в результате переработки транспортных средств</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Политика в отношении транспортных средств с выработанным ресурсом сосредоточена на автомобильных шредерных отходах (неметаллических материалах, остающихся после измельчения кузова автомобиля). Повышения материалоэффективности можно было бы добиться при использовании подхода на основе жизненного цикла с более пристальным вниманием к конечному использованию переработанного металла • Политика в отношении транспортных средств с выработанным ресурсом в США и Канаде сосредоточена на уменьшении риска загрязнения окружающей среды при утилизации таких средств и конкретном внимании вопросам материалоэффективности не уделяет 	<ul style="list-style-type: none"> • EU End-of-Life Vehicle Directive. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0053-20130611&qid=1405610569066&from=EN • Закон США о чистом воздухе (в отношении хладагентов) • Закон США о чистых водных ресурсах (в отношении регулирования дождевого стока). https://www.epa.gov/compliance/clean-water-act-cwa-compliance-monitoring
Повторное использование и модернизация компонентов	<p>Установленные тарифы и показатели, касающиеся повторного использования и переработки</p> <p>Нормы и термины, касающиеся повторного использования и модернизации</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Предотвращение и смягчение последствий загрязнения окружающей среды в результате процессов демонтажа и переработки • Применение в разных отраслях и странах неодинаковых норм и терминов, касающихся повторно используемых и модернизированных изделий, мешает торговле 	<ul style="list-style-type: none"> • Закон Японии о переработке транспортных средств с выработанным ресурсом. https://www.env.go.jp/en/laws/recycle/11.pdf • Базельская конвенция, рамочная директива ЕС, об утилизации отходов, федеральная комиссия США по торговле http://www.basel.int/?tabid=4499, EU Waste Framework Directive https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098, US Federal Trade Commission https://www.ftc.gov/enforcement/rules/rulemaking-regulatory-reform-proceedings/rebuilt-reconditioned-other-used
Увеличение эксплуатационного срока продукта	Положения, устанавливающие доступность и качество ремонта	<ul style="list-style-type: none"> • Политика в области ремонта автомобилей главным образом сосредоточена на защите потребителя, а не на увеличении эксплуатационного срока продукта. Ремонт может продлить этот срок, повысив материалоэффективность, но может привести и к дальнейшей эксплуатации автомобилей с повышенным расходом топлива 	<ul style="list-style-type: none"> • Положение ЕС (ЕК) № 715/2007. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02007R0715-20121231&from=EN • Федеральный закон США об экономии средств на ремонт автомобилей (2015 г.). https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate/bill/565



Фото: MarioGuti/Stock/Getty Images Plus



4. Совокупные результаты

4.1 Понимание потенциала

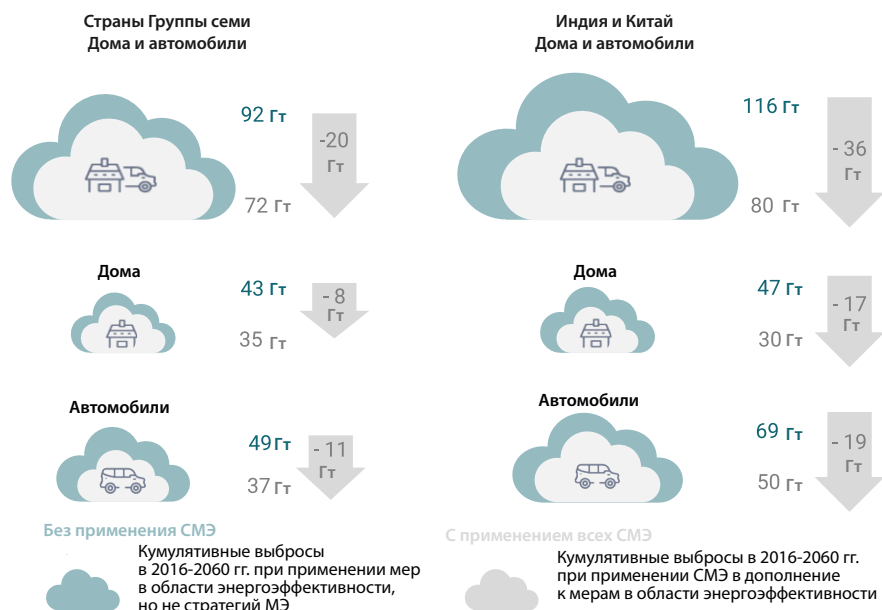
В оптимистическом сценарии, разработанном для данного доклада, выбранные стратегии материалоеффективности позволят уменьшить совокупные выбросы от производства, эксплуатации и утилизации автомобилей в странах Группы семи в 2016-2060 гг. с 49 Гт до 37 Гт, в основном за счет снижения эксплуатационного энергопотребления. Совокупные выбросы от строительства, эксплуатации и сноса жилых домов будут сокращены с 43 Гт до 35 Гт, в основном за счет экономии материалов. Как показывает сценарный анализ, несмотря на то, что материалоеффективность может привести к существенному падению совокупных выбросов, потребуются дополнительные меры, чтобы удержать глобальное потепление в пределах 1,5 С. Существенное значение будут иметь дальнейшие

варианты, не рассматриваемые в докладе, такие, как углубленная энергетическая модернизация зданий, переход от частного транспорта к общественному, более быстрое внедрение электромобилей и экологически чистой энергии, а также сокращение выбросов парниковых газов, связанных с технологией производства материалов.

4.2 Соображения, касающиеся межотраслевой политики

Политика, которая применяется во всех секторах, то есть носит межотраслевой характер, может оказывать большее воздействие, чем та, что сосредоточена конкретно на одном секторе (дома или автомобили) или является

Диаграмма 9. Совокупное сокращение накопленных выбросов парниковых газов, связанных с жизненным циклом жилых домов и автомобилей, в странах Группы семи, Индии и Китае (2016-2060 гг.)



одномерной. Это включает сертификацию строительства, «зеленые» государственные закупки, налоги на первичные материалы, установленный порядок переработки материалов и отмену субсидий на первичные материалы. Сертификация строительства обеспечивает потенциальный инструмент для активизации использования многих стратегий материалоэффективности, связанных с проектированием зданий и управлением их утилизацией по истечении эксплуатационного срока. «Зеленые» государственные закупки широко используются во всех странах Группы семи на многих уровнях государственного управления, и поэтому учет в них вопросов материалоэффективности будет носить поэтапный характер. Преимущества «зеленых» государственных закупок в отношении материалов и парниковых газов не оцениваются на регулярной основе, что неверно, если мы хотим эффективно использовать этот инструмент политики. Установленный порядок переработки выработавших свой ресурс материалов встречается относительно редко, но все чаще обсуждается в контексте управления утилизацией пластиковых отходов. Налоги на первичные

материалы, в отличие от платы за право пользоваться собственностью в связи с добычей ресурсов, широко не используются, за исключением скромных сборов на строительные минералы. Несмотря на политическую сложность, сокращение субсидий на первичные ресурсы должно обеспечить двойную выгоду – повышение материалоэффективности и увеличение государственных доходов.



Таблица 3. Инструменты межотраслевой политики

Инструмент политики	Описание	Соответствующие стратегии материалоэффективности	Примеры
«Зеленые» государственные закупки	Льготное приобретение государственными структурами продуктов и материалов, предназначенных для повышения материалоэффективности, и более интенсивное использование материалов, содержащих малое количество связанного углерода или прошедших переработку	<ul style="list-style-type: none"> • Более интенсивная эксплуатация • Расширение утилизации в конце срока службы • Переработка материалов 	<ul style="list-style-type: none"> • Регулирование городских совместных поездок муниципалитетом Бремена. https://clean-fleets.eu/fileadmin/files/documents/Publications/case_studies/Clean_Fleets_case_study_-_Bremen_Car-Sharing_integration.pdf • Система дорог и зданий в Нидерландах http://www.oecd.org/gov/ethics/gpp-procurement-Netherlands.pdf • Закон Японии о «зеленых» закупках https://www.env.go.jp/en/laws/policy/green/index.html
Налогообложение первичных материалов (НПМ)/отмена субсидий	В то время как плата за право пользоваться собственностью в связи с добычей ресурсов имеет долгую историю, НПМ не получило широкого распространения	<ul style="list-style-type: none"> • Изменение структуры расходов может пойти на пользу всем стратегиям материалоэффективности 	<ul style="list-style-type: none"> • Европейские налоги и сборы на полезные ископаемые http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/policy-instrument-database/
Установленный порядок переработки материалов	Встречаются редко, но все чаще предлагается для пластика	<ul style="list-style-type: none"> • Расширение переработки 	<ul style="list-style-type: none"> • Закон Японии о «зеленых» закупках https://www.env.go.jp/en/laws/policy/green/index.html

Инструмент политики	Описание	Соответствующие стратегии материалоеффективности	Примеры
Пересмотр строительных правил и норм	Строительные правила и нормы могут осложнять или облегчать использование стратегий повышения материалоеффективности	<ul style="list-style-type: none"> Изменение состава материалов Уменьшение веса Повторное использование материалов и компонентов 	<ul style="list-style-type: none"> Специальный комитет по многоэтажным деревянным зданиям. Международный совет по строительным правилам и нормам. https://www.iccsafe.org/products-and-services/i-codes/code-development/cs/icc-ad-hoc-committee-on-tall-wood-buildings/ Стандарт Американского института бетона по минимальному содержанию цементирующих материалов. https://www.ocapa.net/assets/Documents/329.1T-18%20minimum%20cementitious%20materials.pdf Глава 639 свода законов штата Орегон https://olis.leg.state.or.us/liz/2019R1/Measures/Overview/HB2001
Использование правительством систем сертификации строительства	Системы сертификации могут способствовать выбору низкоуглеродистых, переработанных или меньших по количеству материалов путем присвоения баллов за более эффективный с точки зрения материалов выбор	<ul style="list-style-type: none"> Расширение утилизации в конце срока службы Переработка материалов Изменение состава материалов Повторное использование материалов и компонентов 	<ul style="list-style-type: none"> Введение, поддержка и поощрение лидерства в энергоэкологическом проектировании со стороны правительств штатов и местных органов власти в США

Примеры использования инструментов межотраслевой политики

- «Зеленые» государственные закупки
- Введение налогов и отмена субсидий на первичные материалы
- Установленный порядок переработки
- Пересмотр строительных правил и норм
- Использование государственных систем сертификации строительства

Глава 639 свода законов штата Орегон

Специальный комитет по многоэтажным деревянным зданиям Международного совета по строительным правилам и нормам

Стандарт Американского института бетона по минимальному содержанию цементирующих материалов

Введение, поддержка и поощрение лидерства в энергоэкологическом проектировании со стороны правительств штатов и местных органов власти в США

Европейские налоги и сборы на полезные ископаемые

Регулирование городских совместных поездов муниципалитетом Бремена
Система дорог и зданий в Нидерландах

Закон Японии о «зеленых» закупках





5. Выводы

Настоящий доклад на примере жилых зданий и легковых автомобилей показывает, что стратегия материалоэффективности дает возможность значительно сократить выбросы парниковых газов за счет использования существующих технологий. Она дополняет традиционные климатические стратегии, направленные на переход к низкоуглеродистым источникам энергии и на повышение энергоэффективности.

Связанное с материалами уменьшение выбросов может быть достигнуто благодаря улучшенным проектам и инженерным решениям. В докладе также показано, что более интенсивное использование материалов и уменьшение их веса и размеров может привести к уменьшению потребностей не только в них самих, но и в энергии, обеспечив значительный совокупный эффект от различных подходов к смягчению последствий изменения климата. Аналогичного сокращения выбросов можно также добиться путем применения стратегий материалоэффективности к коммерческим зданиям, средствам общественного транспорта и другим промышленным изделиям. Необходимы дальнейшие исследования для определения направлений политики в этих областях.

Социальный и технологический прогресс может способствовать разработке стратегий, исследуемых в настоящем докладе, и обеспечению совокупного эффекта от их реализации. Помещения в многоквартирных домах меньше по размеру, спроектированы с большей эффективностью в плане распределения жилых площадей и предлагают больше возможностей для совместного использования таких пространств, как гостевые комнаты и детские площадки. В более густонаселенных районах, где многоквартирные дома превалируют, легче и целесообразнее использовать парк общих транспортных средств. Совместному владению транспортными средствами и совместным поездкам способствуют смартфоны, а новое программное обеспечение облегчает интеграцию частных систем общественного транспорта, обеспечивая дополнительные возможности снижения выбросов. Для

более интенсивного применения материалов может потребоваться изменение социальных норм и индивидуальных предпочтений, однако совместное использование компактных жилых помещений приобретает все большую популярность среди молодежи в городских районах.

В настоящем докладе показаны изменения в политике, как межотраслевые, так и касающиеся конкретных стратегий, которые могут повысить материалоэффективность жилья и частного транспорта. Для того чтобы политика в области материалоэффективности была действенной, она должна быть направлена на решение ключевых проблем. Сокращению выбросов парниковых газов может препятствовать эффект отдачи, при котором экономия средств за счет повышения эффективности ведет к росту потребления. Эффект отдачи могут уменьшать такие экономические инструменты, которые непосредственно или опосредованно повышают стоимость производства или потребления, например, налоги или системы ограничения и торговли квотами на выброс газов.

Число всеобъемлющих исследований по вопросам действенности политики в области материалоэффективности крайне ограничено. Ретроспективный анализ, экспериментальные исследования, а также анализ сценария, отличающегося от фактического, – все это может помочь директивным органам в оценке действенности политики в области материалоэффективности. Мониторинг результатов, распространенный в странах Группы семи, показывает степень достижения целевых показателей, но не позволяет понять, является ли данный результат результатом политики, о которой идет речь.

Анализ результатов – сокращения использования материалов и выбросов парниковых газов – обеспечивает более надежную основу для оценки политики, чем отслеживание числа программ и участников. Кроме того, анализ стратегий сокращения выбросов должен проводиться на основе жизненного цикла, с тем чтобы учитывать как совокупную отдачу по всем секторам, так и сопутствующие компромиссы. Выявление совокупных эффектов и

компромиссов должно занимать видное место в руководящих принципах политики. Увеличение срока эксплуатации зданий, например, является весьма увлекательной стратегией, но во многих случаях оно ведет к снижению выбросов только тогда, когда дополняется углубленной энергетической модернизацией соответствующих зданий.

Нынешняя политика в области материалов чрезмерно сосредоточена на вывозе отходов на свалки и на уменьшении их массы, а не на сокращении выбросов парниковых газов в течение всего жизненного цикла. Проектирование жилых домов и транспортных средств является ключевым моментом в работе. Проект дома и транспортного средства определяет объем материалов, которые для них понадобятся, энергозатраты при их создании и эксплуатации, их долговечность, а также степень их соответствия задачам повторного использования и переработки. Например, строительные правила и нормы являются инструментами политики в области проектирования зданий. Они могут как способствовать, так и препятствовать эффективному использованию материалов.

Отдача от повышения материалоэффективности может помочь странам не выходить за пределы своего углеродного бюджета. Только конечное количество CO_2 может быть выброшено до того, как его концентрация в атмосфере выйдет на уровень, при котором среднее повышение температуры составит $1,5^\circ\text{C}$ по сравнению с доиндустриальными уровнями. Сокращение выбросов парниковых газов должно измеряться гигатоннами, чтобы углеродный бюджет оставался в рамках, предложенных МГЭИК. Материалоэффективность может способствовать таким сокращениям выбросов.



Для получения дополнительной информации
обращайтесь по адресу:

Secretariat of the International Resource Panel (IRP)

Economy Division

United Nations Environment Programme

1 rue Miollis

Building VII

75015 Paris, France

Tel: +33 1 44 37 14 50

Fax: +33 1 44 37 14 74

Email: resourcepanel@unep.org

Website: www.internationalresourcepanel.org

Ресурсоэффективность и изменение климата

Стратегии материалоэффективности в интересах низкоуглеродистого будущего

Резюме для директивных органов

Международная группа по ресурсам (МГР) была создана для проведения независимых, последовательных и авторитетных научных оценок использования природных ресурсов и их воздействия на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла. Группа стремится содействовать более глубокому пониманию того, как обеспечить экономический рост, который ведет к повышению благосостояния людей и не сопровождается ухудшением состояния окружающей среды.

Секретариат МГР обеспечивается Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде. С 2017 г. МГР опубликовала 28 оценок. Они демонстрируют имеющиеся у правительств, бизнеса и общества в целом возможности для совместной разработки и осуществления политики, которая, в конечном счете, приведет к устойчивому управлению ресурсами, в том числе путем улучшения планирования, технологических инноваций, стратегических стимулов и инвестиций.

Настоящий доклад был подготовлен МГР в ответ на просьбу руководителей стран Группы семи в контексте усилий по повышению ресурсоэффективности в качестве одного из основных элементов устойчивого развития. Группа проводит тщательный анализ вклада материалоэффективности в стратегии снижения выбросов парниковых газов. В более конкретном плане речь идет об оценке потенциального сокращения выбросов парниковых газов в результате применения стратегий материалоэффективности к жилым зданиям и легковым автомобилям, а также об анализе политики, направленной на реализацию этих стратегий.

МГР пришла к выводу, что выбросы парниковых газов, связанных с циклом материалов жилых зданий в странах Группы семи и Китае, к 2050 г. могут быть сокращены, по крайней мере, на 80% за счет более интенсивной эксплуатации этих зданий, запроектированного использования меньшего количества материалов, улучшенной переработки стройматериалов и других стратегий.

Значительного сокращения выбросов парниковых газов можно достичь и при производстве, эксплуатации и утилизации автомобилей. Разработанные МГР модели показывают, что сокращение выбросов парниковых газов, связанных с циклом материалов легковых автомобилей, к 2050 г. может составить до 70% в странах Группы семи и 60% в Индии и Китае, в частности, за счет совместного использования автомобилей, совместных поездок и перехода к использованию меньших по размеру автомобилей, отвечающих задачам конкретных поездок.

Повышение материалоэффективности дает важнейшую возможность приблизиться к целевому показателю в 1,5°C, установленному в Парижском соглашении. Материалы имеют жизненно важное значение для современного общества, но их производство остается серьезным источником парниковых газов. Выбросы, связанные с производством материалов, в настоящее время сопоставимы с совокупными выбросами от сельского хозяйства, лесного хозяйства и развития землепользования, но при этом они получают гораздо меньше внимания со стороны специалистов, занимающихся вопросами климатической политики. Как показывают оценки МГР, настало время выйти за рамки энергоэффективности для сокращения глобального «углеродного следа».

Работа № DTI/2269/PA

ISBN: 978-92-807-3771-4

**Более подробную информацию можно получить по
следующему адресу:**
Секретариат Международной группы по ресурсам (МГР)
Отдел экономики
**Программа Организации Объединенных Наций по
окружающей среде**
1 rue Miollis - Building VII - 75015 Paris, France
Тел.: +33 1 44 37 14 50 - Факс: +33 1 44 37 14 74
Адрес электронной почты: resourcepanel@unep.org
Веб-сайт: www.internationalresourcepanel.org