

# ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ: ПРИОРИТЕТЫ

**М. М. Бродач**, канд. техн. наук, профессор МАрхИ

**Н. В. Шилкин**, канд. техн. наук, профессор МАрхИ

CO<sub>2</sub>

Развитие таких отраслей экономики нашей страны, как промышленность, сельское хозяйство, энергетика, транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство и др., оказывает все более существенное влияние на климат и окружающую среду<sup>1</sup>. Антропогенные нагрузки возрастают до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, при этом неэффективное использование этих ресурсов оказывает негативное влияние на жизнь и здоровье граждан и отнесено к так называемым большим вызовам, создающим существенные риски для общества, экономики и системы государственного управления<sup>2</sup>.

В этих условиях необходимо определить, во-первых, потенциал зданий в декарбонизации экономики, а во-вторых, приоритетные направления декарбонизации в строительстве и ЖКХ.

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ от 8 февраля 2022 года № 133 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы».

<sup>2</sup> Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 года № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

## Роль зданий в декарбонизации экономики

Декарбонизация зданий и жилищно-коммунального хозяйства играет важную роль в выполнении обязательств нашей страны в рамках Парижского соглашения по климату. По разным международным оценкам, на строительный сектор приходится почти 40 % выбросов, связанных с энергетикой и технологическими процессами. Так, в 2018 году на строительство и ЖКХ приходилось 36 % конечного энергопотребления и 39 % эмиссии углекислого газа (CO<sub>2</sub>), связанных с энергией и процессами, из которых 11 % приходилось на производство строительных материалов и продуктов, таких как сталь, цемент и стекло [1] (рис. 1).

При этом, по некоторым прогнозам, в мире к 2050 году фонд зданий удвоится. Это отвечает целям устойчивого развития, которые в числе прочего предусматривают доступность жилья для всех. В этих условиях мероприятия по декарбонизации в строительстве и ЖКХ одни из самых эффективных.

## Структура энергоёмкости современных зданий

Интересно проанализировать изменение структуры энергоёмкости зданий в 2010–2018 годах (рис. 2). Несмотря на то, что отопление помещений, ГВС и приготовление пищи по-прежнему являются основными конечными потребителями энергии в зданиях во всем мире, самые быстрорастущие конечные потребители, как и ранее, охлаждение помещений и бытовая техника.

Самый большой рост эффективности (то есть сокращение энергоёмкости) наблюдается в части отопления помещений (около 20 %) и освещения (17 %). Снижение потребления энергии на отопление помещений обусловлено улучшением теплозащиты ограждающих конструкций зданий. В снижении энергопотребления на освещение важную роль сыграло широкое распространение светодиодов. Очень бы-

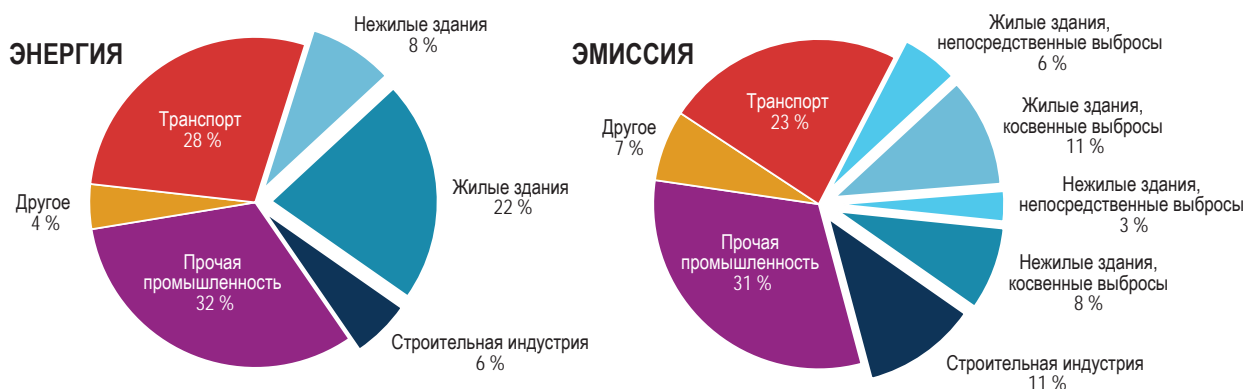
## NET ZERO CARBON BUILDING – ЗДАНИЕ С НУЛЕВЫМ УГЛЕРОДНЫМ СЛЕДОМ

Усилия по декарбонизации поддерживаются как на государственном уровне, так и различными негосударственными организациями. Так, Всемирный совет по экологическому строительству (WorldGBC) предлагает поддержку таких действий в рамках своего обязательства «The Net Zero Carbon Buildings Commitment». Net Zero Carbon Building, здание с нулевым углеродным следом, определяется как зеленое и здоровое здание, которое сверхэффективно использует энергию и снабжается энергией от возобновляемых источников.

стро растут затраты на охлаждение зданий. Частично это объясняется быстрым развитием строительства в странах с жарким климатом. Но в любом случае эффективная тепловая защита зданий имеет решающее значение для сокращения энергопотребления как на отопление, так и на охлаждение помещений. Требования к эффективной тепловой защите в холодный и теплый период должны оставаться приоритетом в стратегии повышения энергетической эффективности зданий наряду с требованиями роста эффективности оборудования и технологий.

## Приоритетные направления декарбонизации в строительстве и ЖКХ

Ключевым элементом Парижского соглашения, способствующим достижению его долгосрочных целей, являются так называемые определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ, англ. Nationally Determined Contributions, NDCs) [2]. ОНУВ отражают усилия конкретных стран по снижению выбросов на национальном уровне и по адаптации к последствиям изменения климата.



Примечания:

1. Строительная индустрия – это часть (по экспертным оценкам) всей промышленности, занимающаяся производством строительных материалов, таких как сталь, цемент и стекло.
2. Косвенные выбросы – это выбросы от производства электроэнергии и тепловой энергии, потребляемой зданиями

Рис. 1. Структура энергопотребления и эмиссии парниковых газов в 2018 году по данным Международного энергетического агентства (МЭА)

ОНУВ периодически пересматриваются, и в новых ОНУВ страны должны определить приоритеты в действиях по декарбонизации строительного сектора. Определены основные направления развития строительства и ЖКХ в части декарбонизации:

- переход на возобновляемые источники энергии;
- эффективные архитектурно-планировочные решения здания;
- эффективные системы климатизации – отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха;
- эффективная бытовая техника и оборудование;
- использование решений и подходов, основанных на архитектурной бионике – использовании в зданиях принципов организации, свойств, функций и структур живой природы; этот подход рассматривает здания в рамках экосистемы – городской среды.

Эксперты ООН определили восемь приоритетных областей для разработки региональных дорожных карт по декарбонизации в строительстве и ЖКХ, которые затем могут быть адаптированы на национальном уровне [1]:

- городское планирование;
- новое строительство;
- реконструкция существующих зданий;
- эксплуатация зданий;
- бытовая техника, освещение, приготовление пищи, оборудование;
- материалы;
- устойчивость зданий к разрушительным природным или техногенным воздействиям<sup>3</sup>;
- чистая энергия.

Рассмотрим эти рекомендации более подробно.

## Городское планирование

Политика городского планирования должна быть направлена на снижение потребностей в энергии, увеличение мощности возобновляемых источников энергии и повы-

шение устойчивости городской инфраструктуры к разрушительным природным или техногенным воздействиям. Органы местного управления имеют возможности контроля над тем, как используется энергия. Выбросы, создаваемые зданиями и транспортом, могут регулироваться посредством эффективного городского планирования. Городское планирование также может помочь в борьбе с климатическими рисками, обеспечивая устойчивость городской инфраструктуры к разрушительным природным или техногенным воздействиям. Ключевые действия в области городского планирования включают:

- принятие политики городского планирования, учитывающей долгосрочную цель – декарбонизацию в области строительства и ЖКХ;
- местное энергетическое планирование, то есть обеспечение системного подхода, который позволяет гармонизировать «спрос и предложение» – потребление и генерацию энергии на местном уровне для внедрения более эффективных низкоуглеродных решений.

## Новое строительство

Необходимо более широко использовать так называемые здания с нулевыми эксплуатационными выбросами (net-zero-operating-emissions building). Создание зданий, отвечающих требованиям устойчивого развития (включая низкий уровень выбросов, энергоэффективность, безопасность), может быть стимулировано рядом политических, экономических, нормативно-методических мероприятий:

- разработка и внедрение обязательных требований, переход от добровольных требований к обязательным нормам, устанавливающим минимальные требования для зданий нового строительства;
- актуализация и развитие строительных норм и правил: необходимо установить периодичность пересмотра строительных норм и правил для ужесточения требований к

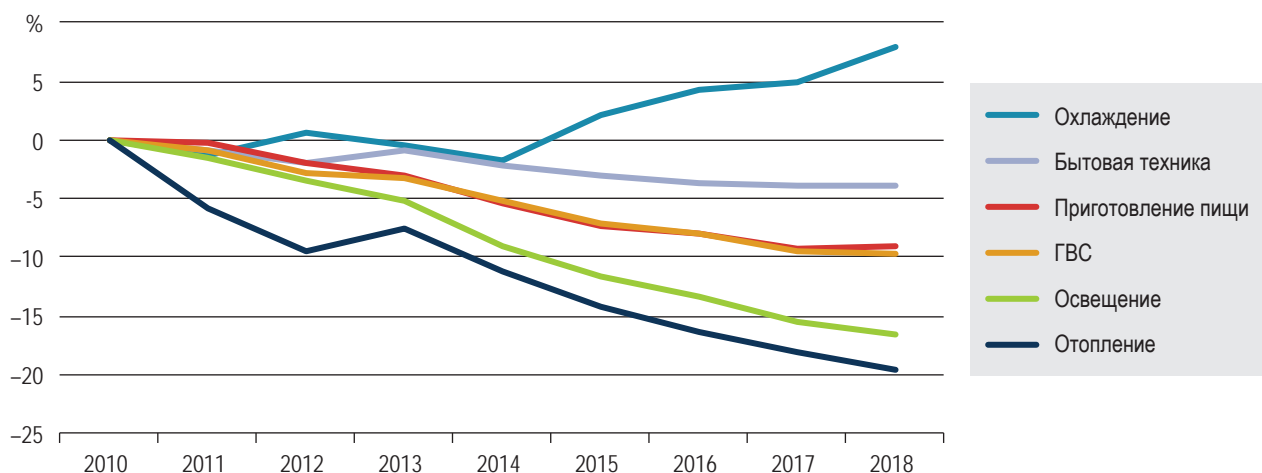


Рис. 2. Структура энергоёмкости зданий в 2010–2018 годах по данным МЭА

<sup>3</sup> Следует различать термины «устойчивость среды обитания» (англ. sustainability) и «устойчивость зданий к разрушительным природным или техногенным воздействиям» (англ. resilient). Подробнее см. ниже. – Прим. авт.

эффективности каждые три–пять лет с конечной целью достижения нулевых выбросов и нулевого энергопотребления;

- интеграция возобновляемых источников энергии в проекты новых зданий для достижения нулевых выбросов или нулевого энергопотребления;
- финансовое стимулирование устойчивого строительства – содействие масштабному проектированию и строительству устойчивых зданий за счет расширения финансовых инструментов, создания условий благоприятствования частным инвестициям и т. д.;
- демонстрационное строительство, в том числе политика строительства новых государственных учреждений, отвечающих требованиям энергоэффективности и низкого уровня выбросов.

### Реконструкция существующих зданий

Необходимо увеличить темпы реконструкции существующих зданий с учетом повышения их энергоэффективности, как за счет числа реконструируемых зданий, так и за счет количества улучшений:

- увеличение «глубины» реконструкции: глубокая энергетическая реконструкция должна снижать энергопотребление существующего здания на 30–50 % и более;
- финансовое стимулирование (аналогично новым зданиям);
- демонстрационные проекты реконструкции (аналогично новым зданиям).

### Эксплуатация зданий

Высокоэффективные инструменты управления энергопотреблением позволяют сократить количество требуемой энергии и, следовательно, выбросы. Существенное снижение энергопотребления достигается при строительстве новых или реконструкции существующих зданий, однако и в зданиях, находящихся в эксплуатации, возможно применение ряда оперативных мероприятий, направленных на повышение эффективности управления энергопотреблением:

- внедрение систем энергоменеджмента, использование процессов управления энергопотреблением в зданиях (особенно эффективно для коммерческих зданий);
- обучение персонала, выделение отдельных должностей сотрудников, отвечающих за устойчивое развитие, сокращение энергопотребления и т. д.;
- использование интеллектуальных элементов управления системами климатизации и освещения, учет энерго- и ресурсопотребления;
- доступность данных по энергопотреблению и другой информации для эксплуатирующей орга-



Реклама

## РЕКОМЕНДАЦИИ Р НП «АВОК» 5.3.2–2020 «РАСЧЕТ И ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ»

**И ПРИЛОЖЕНИЕ «ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.  
ИННОВАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ»**

Рекомендации Р НП «АВОК» 5.3.2–2020 «Расчет и подбор воздухораспределительных устройств» и практическое приложение к рекомендациям разработаны при участии компаний ООО «Вентарт Групп», ООО «ТРОКС РУС», ООО «Системэйр» и содержат сведения об инженерных методах расчета воздухораспределения для основных схем подачи приточного воздуха, примеры расчета воздухораспределения для зданий различного назначения, сведения о выборе оптимальной схемы подачи воздуха и воздухораспределительных устройств. Распределение воздуха в помещениях определяет конечный эффект работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха, что является продолжением темы борьбы с распространением новой коронавирусной инфекции COVID-19. Корректный подбор воздухораспределительных устройств позволяет обеспечить поддержание требуемых параметров микроклимата в обслуживаемой зоне помещений, избежать появления сквозняков и застойных зон, нерационального расхода энергоресурсов.

Издание может рассматриваться в качестве пособия, поясняющего положения СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» в части методики расчета и подбора воздухораспределительных устройств.

**Приобрести или заказать рекомендации  
можно на сайте [abokbook.ru](http://abokbook.ru)  
или по электронной почте [s.mironova@abok.ru](mailto:s.mironova@abok.ru)**

низации, жителей, арендаторов; это позволяет принимать обоснованные решения в части эксплуатации, а также стимулирует ответственное поведение пользователей (жильцов и арендаторов).

### **Бытовая техника, освещение, приготовление пищи**

Важный вклад в снижение энергопотребления здания может быть сделан при использовании эффективной бытовой техники, освещения, оборудования для приготовления пищи и т.д. Отличительной особенностью этого класса оборудования является то, что его срок службы обычно короче, чем у самого здания. Это обстоятельство открывает широкие возможности для сокращения выбросов в новых и существующих зданиях. Ключевые действия по повышению устойчивости этого класса оборудования включают:

- установление минимальных стандартов энергоэффективности (MEPS – от англ. minimum energy performance standards);
- финансовое стимулирование использования «чистых» систем;
- демонстрационные проекты, в том числе использование в государственных учреждениях оборудования высокого класса энергоэффективности.

### **Материалы**

Использование подхода на основе анализа жизненного цикла позволяет снизить воздействие материалов и оборудования на окружающую среду за весь срок службы здания, начиная от производства строительных материалов и до его сноса и утилизации:

- поощрение использования материалов с низким энергопотреблением и низким углеродным следом за счет реализации политики, которая способствует принятию более эффективных решений на основе анализа «воплощенного» углерода [3];
- сокращение масштабов сноса существующих зданий за счет обоснованного выбора между сносом и реконструкцией здания;
- повторное использование и переработка строительных материалов;
- поэтапный отказ от хладагентов с высоким потенциалом глобального потепления (ПГП) [3];
- проведение информационных кампаний для распространения информации о низкоуглеродных материалах и технологиях (например, деревянные и земляные конструкции, инновационный бетон) среди специалистов, занимающихся проектированием и строительством зданий;
- демонстрационные проекты – обоснование (на основе анализа жизненного цикла) использования в государственных учреждениях низкоэмиссионных и эффективных материалов;
- развитие в строительной отрасли экономики замкнутого цикла за счет применения подходов «от колыбели до могилы» (cradle-to-grave) или «от колыбели до колыбели» (cradle-to-cradle).

### **Устойчивость зданий к разрушительным природным или техногенным воздействиям**

Следует различать термины «устойчивость среды обитания» (англ. sustainability) и «устойчивость зданий к разрушительным природным или техногенным воздействиям» (англ. resilient). Устойчивость среды обитания соотносится с целями устойчивого развития (подробнее в [4]); для англоязычного термина sustainability применительно к зданиям проф. Ю.А. Табунщиков предложил термин «жизнеудерживающие здания» [4]. Термин resilient относится к безопасности здания.

Строительные риски, связанные с изменением климата, можно снизить за счет адаптации строительных конструкций и повышения устойчивости здания к разрушительным природным или техногенным воздействиям:

- учет зонирования потенциальных рисков в городском планировании – анализ потенциальных рисков в зависимости от местоположения здания для выбора более эффективных решений в процессе проектирования зданий и инфраструктуры;
- использование ветро- и сейсмостойких методов строительства;
- управление ливневыми водами, снижение рисков воздействия ливневых вод на строительные объекты;
- оптимизация теплозащиты, как в части защиты от экстремально низких температур, так и в части минимизации потребности в кондиционировании за счет использования пассивного охлаждения и солнцезащитных устройств.

### **Чистая энергия**

Доступность безопасных, недорогих и устойчивых источников энергии позволяет уменьшить углеродный след, связанный с потреблением энергии в зданиях:

- интеграция возобновляемых источников энергии в само здание, в том числе фотоэлектрических панелей, солнечных коллекторов, микроВЭУ;
- переход от местных источников энергии на ископаемом топливе к высокоэффективному оборудованию, использующему чистую энергию.

*В следующих номерах журнала мы рассмотрим роль материалов в декарбонизации зданий с учетом жизненного цикла более подробно.*

#### **Литература**

1. International Energy Agency (2019). Global Status Report for Buildings and Construction 2019. Paris: IEA. ISBN 978-92-807-3768-4.
2. <https://unfccc.int/ru/peregovornyy-process-i-vstrechi/parizhskoe-soglashenie/nationally-determined-contributions-ndcs/opredelyaemye-na-nacionalnom-urovne-vklady>.
3. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Декарбонизация как инструмент стимулирования энергосбережения // Энергосбережение. 2021. № 7.
4. Табунщиков Ю. А. От энергоэффективных к жизнеудерживающим зданиям // АВОК. 2003. № 3.
5. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Стратегия устойчивого развития – основа создания здоровой среды обитания // Энергосбережение. 2021. № 4. ■