

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Совместная целевая группа по стандартам
энергоэффективности в зданиях

Сравнительный обзор существующих
технологий по повышению энергетической
эффективности зданий в регионе ЕЭК ООН



Женева, 2019

ВЫРАЖЕНИЕ БЛАГОДАРНОСТИ

Данный отчет подготовлен в рамках проектов ЕЭК ООН “Совершенствование национального потенциала для разработки и внедрения стандартов энергоэффективности зданий в регионе ЕЭК ООН” Департамента устойчивой энергетики и “Стандарты энергоэффективности зданий в регионе ЕЭК ООН” Департамента лесного, земельного и жилищного хозяйства и в рамках работ Совместной целевой группы ЕЭК ООН по стандартам энергоэффективности зданий.

Основными авторами отчета являются Канкана Дуби и Андрей Додонов. Виталий Беккер и Анна Пивоварска внесли значительный вклад в подготовку этого отчета. Доменика Карриеро, Олег Дзюбински, Скотт Фостер и Гульнара Ролл из секретариата ЕЭК ООН также внесли свой вклад в подготовку настоящего отчета.

На различных этапах исследования: при организации и разработке исследования и в подготовке доклада ценные советы и рекомендации предоставили следующие организации и эксперты:

- Совместная целевая группа ЕЭК ООН по стандартам энергоэффективности зданий и ее сопредседатели Андрес Яаадла и Буркхард Шульце-Даруп;
- Группа экспертов ЕЭК ООН по энергоэффективности, её Бюро и её председатель Александр Дуковски;
- Бюро Комитета по жилищному хозяйству и землепользованию;
- Участники Третьего совещания Совместной целевой группы по стандартам энергоэффективности зданий - Рабочего совещания по результатам сравнительного обзора технологий повышения энергоэффективности зданий (Женева, 3 октября 2018 года) и Четвертого совещания совместной целевой группы по стандартам энергоэффективности зданий - Рабочего совещания по энергоэффективности зданий (Киев, 13 ноября 2018 года);
- Георгий Абулашвили, Ивайло Алексиев, Анна Баумль, Роб Бернхард, Доменика Карриеро, Леонид Данилевский, Армен Гулькян, Джон Эндрю Хоу, Ваграм Джалалян, Дессислава Йорданова, Арсен Карапетян, Луис Кастанэйра, Монсеф Крарти, Артан Лесковику, Томас О'Лири, Гунель Мададли, Эдвин Мэй, Реджис Мейер, Стейси Моризэйтс, Майя-Мария Наход, Ксения Петриченко, Эндрю Попелка, Елена Рейес, Серджиу Робу, Тигран Секоян, Радостина Славкова, Палома Талтавулл, Драгомир Тзанев, Джорджия Тзар, Андрей Цеклан, Хельге Шрамм, Невена Штрбич.

Содержание

Список рисунков	4
Список таблиц	4
Сокращения и аббревиатуры	5
Единицы измерения	5
Общее резюме	6
Рекомендации	10
Введение.....	13
РАЗДЕЛ 1 – Цель, объем, методология и ограничения	17
РАЗДЕЛ 2 – Энергоэффективные технологии в зданиях в регионе ЕЭК ООН.....	20
2.1. Ограждающие конструкции зданий: утепление и остекление.....	22
2.2. Отопление, горячее водоснабжение	26
2.3 Кондиционирование воздуха, вентиляция и охлаждение.....	37
2.4 Энергоэффективные приборы (маркировка ЭЭ)	39
2.5 Модернизация существующей системы освещения здания	39
РАЗДЕЛ 3 – Текущее внедрение энергоэффективных технологий - анализ данных и оценка	42
Субрегионы А, В и D	42
Кондиционирование воздуха, вентиляция и охлаждение.....	47
Субрегионы С, Е и F	55
Выводы и рекомендации	64
Источники	68

Список рисунков

РИСУНОК 1.	Технические решения по утеплению	23
РИСУНОК 2.	Теплоизоляционные материалы, применяемые в регионе ЕЭК ООН	24
РИСУНОК 3.	Энергоэффективные оконные профили	25
РИСУНОК 4.	Примеры современных газовых котлов	28
РИСУНОК 5.	Примеры солнечных нагревательных систем	29
РИСУНОК 6.	Типы тепловых насосов	31
РИСУНОК 7.	Схема централизованной системы теплоснабжения	32
РИСУНОК 8.	Индивидуальный автоматизированный тепловой пункт с погодным регулированием	33
РИСУНОК 9.	Изоляция труб и изолированные распределительные трубы систем вентиляции и кондиционирования	34
РИСУНОК 10.	Термостатические элементы управления	35
РИСУНОК 11.	Балансировочные клапаны для систем вентиляции и кондиционирования	36
РИСУНОК 12.	Преобразователи частоты	38
РИСУНОК 13.	Блок рекуперации тепла для механической приточно-вытяжной вентиляции	39
РИСУНОК 14.	Маркировка энергоэффективности	40
РИСУНОК 15.	Светодиодные лампы	42
РИСУНОК 16.	Технологии в новом строительстве в субрегионе А	44
РИСУНОК 17.	Модернизация технологий ограждающих конструкций зданий в субрегионе А	44
РИСУНОК 18.	Технологии для ограждающих конструкций при новом строительстве в субрегионе В	45
РИСУНОК 19.	Ограждающие конструкции при реконструкции зданий в субрегионе В	45
РИСУНОК 20.	Технологии обогрева помещений при новом строительстве в субрегионе А	47
РИСУНОК 21.	Технологии обогрева помещений при новом строительстве в субрегионе В	48
РИСУНОК 22.	Технологии вентиляции, кондиционирования и охлаждения при новом строительстве в субрегионе А	49
РИСУНОК 23.	Технологии вентиляции, кондиционирования и охлаждения при новом строительстве в субрегионе В	49
РИСУНОК 24.	Осветительные технологии при новом строительстве в субрегионе А	52
РИСУНОК 25.	Осветительные технологии при новом строительстве в субрегионе В	53
РИСУНОК 26.	Технологии при модернизации существующих зданий в субрегионах С, Е и F	56
РИСУНОК 27.	Комплекс модернизации децентрализованных источников отопления для существующих зданий в субрегионах С, Е и F	58
РИСУНОК 28.	Общие меры в отношении системы отопления для новых строительных технологий в субрегионах С, Е и F	60
РИСУНОК 29.	Сочетание технологий вентиляции, кондиционирования и охлаждения для существующих зданий в субрегионах С, Е и F	62
РИСУНОК 30.	Применение осветительных технологий в субрегионах С, Е и F при новом строительстве	64

Список таблиц

ТАБЛИЦА 1.	Критерии оценки воздействия	18
ТАБЛИЦА 2.	Типы солнечных коллекторов	28
ТАБЛИЦА 3	Оценка насыщенности рынка строительных ограждающих материалов	46
ТАБЛИЦА 4	Насыщенность рынка отопительными, охлаждающими и другими технологиями энергоэффективности	50

Сокращения и аббревиатуры

АОИООК	Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха
КЛЛ	Компактные люминесцентные лампы
ГВС	Горячее водоснабжение
EPBD	Директива энергетической эффективности зданий
СЭЭ	Сертификат энергетической эффективности
ИСЭМ	Информационная система энергетического менеджмента
СЭМ	Система энергетического менеджмента
ЭСКО	Энергосервисная компания
ЕС	Европейский Союз
ОВК	Отопление, вентиляция и кондиционирование
ИСО	Международная организация по стандартизации
LED	LED-лампы
НПО	Неправительственные организации
ЦУР	Цели устойчивого развития
ПРООН	Программа Развития Организации Объединённых Наций
ЕЭК ООН	Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединённых Наций
ЭЭ	Энергетическая эффективность

Единицы измерения

кВт/ч	Киловатт-час
м ²	Квадратный метр
Вт/мК	Ватт на метр-Кельвин
Вт/м ² К	Ватт на метр квадратный-Кельвин
кВтч/м ² г =кВтч/м ² а	Киловатт-час на квадратный метр в год
тнэ	Тонн нефтяного эквивалента

Общее резюме

Одной из наиболее важных задач государственной политики по стимулированию перехода к устойчивой энергетической системе является повышение энергетической эффективности (ЭЭ) и наращивание прогресса по достижению целей устойчивого развития. Безусловно, согласно Европейской Экономической Комиссии Организации Объединённых Наций (ЕЭК ООН), «повышение энергетической эффективности – это один из наиболее экономически выгодных путей удовлетворения спроса на энергию в большинстве стран. Это способствует энергетической безопасности, улучшению окружающей среды, повышению качества жизни и экономического благосостояния». Хотя общепризнано, что достигнут значительный прогресс, в мире всё ещё остаётся существенный потенциал для повышения энергетической эффективности.

Среди стран региона ЕЭК ООН, порядка одной трети всего энергопотребления и около 40 процентов выбросов CO₂ приходится на сектор зданий (ЕЭК ООН 2018). Таким образом, сектор зданий являет собой уникальный потенциал повышения энергетической эффективности - как за счёт реконструкции зданий, так и за счёт введения более высоких требований к энергоэффективности для нововозводимых объектов. Национальная государственная политика охватывает различные механизмы, способствующие повышению энергетической эффективности зданий. В частности, обязательные к исполнению стандарты, денежные и налоговые льготы, а также информационные программы, ориентированные на потребителей.

В 2017 Комитет ООН по жилищно-коммунальному хозяйству и землепользованию (КЖКХЗ) и Комитет по устойчивой энергетике (КУЭ) подготовили сравнительный анализ строительных стандартов в регионе ЕЭК ООН под названием «Сравнительный обзор стандартов и технологий энергоэффективности зданий в регионе ЕЭК ООН». Настоящий отчёт является продолжением более раннего исследования и включает в себя анализ фактического распространения различных типов энергоэффективных технологий в зданиях региона ЕЭК ООН, а также уровней и разновидностей практических мер государственной политики, направленных на их поддержку и внедрение. Целью исследования является оценка адаптации этих технологий в странах-участницах ЕЭК ООН, а также определение и анализ различий между уровнями применения и внедрения существующих энергоэффективных строительных технологий в разных странах. Исследование направлено на освещение различий в использовании технологий среди стран посредством GAP-анализа («анализа разрывов») с целью определения существующих корреляций между строгостью и соблюдением существующих стандартов, и уровнем применения различных технологий. Данные для анализа были собраны путём кабинетных исследований.

В продолжение прошлого исследования, страны-участницы ЕЭК ООН были разделены на субрегионы, более подробно описанные в Разделе 1. Анализ был основан на эмпирических данных, оценённых согласно 3-балльной шкале (Низкий, Средний, Высокий) по уровню внедрения той или иной энергоэффективной строительной технологии (описанной в Разделе 2). С целью консолидации и анализа технологии были разделены на пять категорий – «Ограждающие конструкции зданий и остекление», «Отопление и горячее водоснабжение», «Кондиционирование, вентиляция и охлаждение», «Бытовые приборы» и «Освещение», которые впоследствии были оценены согласно типам зданий. Консолидированные данные вместе с соответствующей каждой стране описательной частью собраны в приложениях в конце данного отчёта.

Данные отображают некоторые интересные результаты в регионе ЕЭК ООН, которые могут помочь различным заинтересованным лицам: органам законодательной власти выявить потенциал применения энергоэффективных технологий, представителям частного сектора осмыслить

потенциал рынка, а государственным структурам (муниципальным учреждениям и жилищно-коммунальным службам) воспользоваться дополнительными преимуществами за счёт популяризации энергоэффективности зданий.

Полученные данные показали, что некоторые виды и типы энергоэффективных технологий востребованы и повсеместно применяются в зданиях в странах ЕЭК ООН. Например, энергоэффективное утепление ограждающих конструкций (в том числе окон) является обязательным во всех странах, и многие из них постепенно переходят от ламп накаливания к более эффективным осветительным технологиям. С другой стороны, анализ позволил выявить значительные расхождения в распространении энергоэффективных технологий децентрализованного отопления помещений. Общие выводы настоящего исследования:

1. **Энергоэффективность в зданиях улучшается во всех регионах.** Страны Восточной Европы, Центральной Азии, Российская Федерация и Юго-Восточной Европы, в которых традиционно низкие цены на энергоносители, значительно повысили обязательные требования к энергетической эффективности, в особенности относительно нового строительства.
2. **Однако при этом повышение энергоэффективности в зданиях происходит постепенно и фрагментарно.** Данный факт явился неожиданностью, учитывая, что недавний технологический прогресс принёс значительные достижения в сфере энергоэффективности и есть все предпосылки к укреплению данного тренда.
3. **Три типа инструментов государственной политики особенно действенны в поддержании повышения энергоэффективности зданий.** Среди них: государственные нормативно-правовые акты (такие как строительные стандарты), финансовые стимулы (компенсации, льготные кредиты, сниженные налоговые ставки), а также программы по повышению информированности о различных видах энергосберегающих технологий.
4. **Эффективная разработка и реализация государственной политики являются ключом к повышению энергоэффективности.** Ввиду существенных различий между тем, какие технологии доступны на рынке и какие на самом деле применяются, становится очевидным, что именно эффективное управление и использование правовых и финансовых инструментов, а не только технический прогресс, являются основой повышения энергоэффективности.
5. **Четко прослеживаются три конкретные технологические тенденции:**
 - a. В странах ЕС наблюдается более широкое применение котлов с повышенной энергетической эффективностью одновременно с переходом на более чистые виды топлива. Тем не менее, всё ещё остаются серьёзные опасения относительно применения угля для отопления жилых помещений.
 - b. С внедрением правил маркировки и экодизайна, повсеместное использование энергоэффективных приборов приобрело положительную тенденцию.
 - c. Большинство стран региона ЕЭК ООН запретило или прекратило производство ламп накаливания, сделав выбор в пользу компактных люминесцентных ламп и LED технологий. Чуть реже применяются световые датчики и контроллеры.
6. **Сертификаты энергоэффективности ускорили модернизацию существующих зданий, однако ещё многое в этой сфере предстоит сделать.**
7. **Вдобавок к огромному количеству экологических преимуществ наряду со снижением энергопотребления и стимулированием выработки электричества из возобновляемых источников, многие технологии, описанные в данном отчёте, имеют также дополнительный социальный эффект.** В качестве примера можно привести ускорение экономического роста,

развитие местных конкурентных рынков, увеличение занятости, содействие внедрению более дешевых и доступных энергоэффективных технологий и развитие международных рынков.

Страны могут предпринять несколько приоритетных действий по расширению внедрения технологий для повышения энергоэффективности зданий. Следующие рекомендации охватывают различные аспекты, такие как образовательный, технический, нормативно-правовой, финансовый, институциональный, применение технологий, развитие компетенций, а также вовлечение частного сектора.

Рекомендации

1. Политика и законодательство

Рекомендация А: Органы государственной власти должны обеспечивать соответствующую политику и эффективные общественные услуги с целью развития частного сектора; они также должны взять на себя обязательства по развитию и поддержке ведомств, которые внедряют, курируют и регламентируют эту политику. Частный сектор имеет решающее значение для экономического роста, но он не может и не действует в одиночку, государственный сектор должен поддерживать сбалансированную стратегию; например, стратегию «технологического толчка и вызова рыночного спроса» (Brocato, 2010).

Рекомендация В: Государственные исследовательские программы и программы развития должны продвигать технологии, внедрение которых представляет риски для частного сектора, что потребует прозрачного сотрудничества между правительством, промышленностью и администрацией энергетической программы, чтобы превратить инновации в рыночный продукт.

Рекомендация С: В строительных стандартах энергоэффективности зданий должны быть более чётко определены требования к градусо-часам охлаждающего периода, это поможет более точно и разумно оценить энергетические показатели зданий в жаркие периоды года.

2. Роль общественного и частного секторов; новые рыночные возможности

Рекомендация D: Органы государственной власти должны предпринимать меры по повышению планки развития энергоэффективных технологий в строительстве на местном уровне, что поспособствует созданию новых международных сегментов рынка.

3. Соединение энергоэффективности зданий и целей Национальных климатических обязательств (Intended Nationally Determined Contributions (INDC)); сокращение использования ископаемых видов топлива для отопления помещений

Рекомендация E: Органы государственной власти должны чётко привязать меры по энергоэффективности зданий к целям INDC для дальнейшего содействия их улучшению.

Рекомендация F: Правительства стран, в которых уголь всё ещё используется с целью отопления жилых зданий и где при этом уголь является наиболее дешёвым ресурсом, должны популяризировать использование альтернативных источников для внедрения более чистых технологий.

4. Информационная осведомлённость о различных социальных преимуществах сертификатов энергетической эффективности

Рекомендация G: Местные органы власти должны публиковать данные, собираемые на муниципальном уровне, демонстрирующие как снижение затрат на энергию, так и повышение дохода, связанного с различными уровнями сертификатов, с целью стимулирования инвестиций в энергоэффективность зданий.

5. Технологическая адаптация путём эффективного продвижения и информационных кампаний

Рекомендация H: Эффективное продвижение и информационные кампании играют важную роль в стимулировании потребителей приобретать бытовые приборы с высоким классом энергоэффективности.

Рекомендация I: Требуются более строгие правила для продвижения наружного и внутреннего освещения в нежилых зданиях и разработки структур социальных цен для домовладельцев для

стимулирования установки интеллектуальных счетчиков. Правительствам следует создать информационные программы, отражающие разнообразие выгод от внедрения этих технологий.

6. Ключевой фокус на модернизации зданий

Рекомендация J: Органы государственной власти должны способствовать созданию наборов данных и инструментов, которые анализируют и демонстрируют финансовые выгоды повышения энергоэффективности посредством модернизации существующих зданий. В частности, это должно включать использование программных средств моделирования для энергетических характеристик зданий на стадии проектирования новых и реконструкции уже существующих зданий.

Рекомендация K: Органы государственной власти должны разрабатывать и продвигать внедрение программ стимулирования полной реконструкции изношенных и подлежащих сносу зданий, привлекая частных инвесторов или застройщиков.

7. Взаимодействие национальных и местных органов власти с целью переоценки разработки и внедрения строительных норм и правил

Рекомендация L: Национальным и местным властям необходимо скоординироваться и сотрудничать, чтобы разрабатывать соответствующую политику и строительные нормы, которые могут быть приняты на национальном или местном уровнях; основанные на характеристиках строительные нормы должны быть предпочтительнее предписывающих норм, поскольку гибкость в правилах повышает уровень их соблюдения.

8. Инвестиции и финансы

Рекомендация M: Органы государственной власти должны разработать и внедрить множество финансовых механизмов, чтобы увеличить количество реализуемых проектов по энергоэффективности в зданиях: жилых, общественных и коммерческих. Чтобы помочь преодолеть сложность инвестиций и недостаток потенциала на уровне отдельных субъектов и поставщиков, энергосервисные компании (ЭСКО) должны более активно продвигаться правительствами.

9. Развитие компетенций для продвижения программ капитального ремонта

Рекомендация N: Стандартные учебные программы по гражданскому строительству должны в большей степени ориентироваться на несколько игнорируемую сегодня дисциплину управления жизненным циклом зданий; это должно сделать упор на курсы и программы по энергоэффективности и модернизации зданий.

Рекомендация O: Финансовые учреждения должны понимать доходность инвестиций в энергоэффективность; это потребовало бы более эффективного продвижения и распространения лучших практик, соответствующих мер по снижению риска и принятию финансовых решений для банкиров. Четкие технические и финансовые критерии должны быть определены финансовыми учреждениями для предоставления кредитов на энергоэффективность. Кроме того, предварительно утвержденный список подходящих производителей и поставщиков оборудования может помочь в измерении и избежании рисков.

10. Расширенное использование сертификатов энергетической эффективности (СЭЭ)

Рекомендация P: Органы государственной власти могли бы создать многоуровневые энергетические тарифы, связанные с рейтингом СЭЭ; такое многоуровневое ценообразование с привязкой к СЭЭ может способствовать как распространению сертификатов энергетической эффективности, так и внедрению энергоэффективных технологий.

Рекомендация Р: Стимулирующие меры по внедрению технологий энергоэффективности могут быть привязаны к рейтингу СЭЭ. Например, здание с рейтингом С, которое будет переоборудовано таким образом, что впоследствии получит рейтинг А, должно получить более высокую компенсацию за налог на землепользование или более низкую процентную ставку по кредитам, по сравнению с повышением с рейтинга с С до В.

Введение

Согласно отчету “Энергия для устойчивого развития в регионе ЕЭК ООН”, выпущенном в 2017 году Европейской экономической комиссией ООН (ЕЭК ООН, 2017а), одной из самых важных целей государственной политики стимулирования перехода к устойчивой энергетической системе является незамедлительное повышение энергоэффективности (ЭЭ). В отчете указано, “повышение энергоэффективности – один из самых экономически эффективных вариантов удовлетворения растущего спроса на энергию в большинстве стран. Это способствует укреплению энергетической безопасности, улучшению окружающей среды, повышению качества жизни и экономического благополучия” (ЕЭК ООН, 2017 г., п. 10). Цель устойчивого развития ООН 7.3 (SDG7.3) состоит в том, чтобы “удвоить глобальный темп повышения энергоэффективности к 2030” (ЕЭК ООН, 2017 г., п.1). В мире имеется значительный потенциал для повышения энергоэффективности, и уже можно отметить значительные успехи в этом направлении. Согласно Статистическому ежегоднику Global Energy Enerdata 2016, глобальная энергоемкость¹ улучшилась на 1,8% в 2016 и 1,2% в 2017. Однако все еще имеются значительные барьеры, препятствующие этому прогрессу.

Здания играют значительную роль и являются неотъемлемой частью всех секторов экономики, таких как промышленность и производство, а также сфера обслуживания (туризм, финансовые услуги, школы, университеты, больницы). Здания обладают самым большим потенциалом для экономически целесообразного повышения энергоэффективности и сокращения выбросов (Kartti, Dubey, & Howarth, 2019, п. xx). Кроме того, фокус на зданиях дополнительно приносит значительные социальные преимущества, такие как:

- укрепление энергетической безопасности
- расширение возможностей для предпринимательской деятельности
- сокращение дефицита энергии
- повышение доступности энергетических услуг
- улучшение качества воздуха (внутри и снаружи), с положительным влиянием на здоровье жителей
- повышение комфорта и уровня жизни
- сокращение выбросов CO₂

Можно сказать, что высокоэффективные здания – основа здоровых, процветающих, безопасных и стабильных сообществ.

Наряду с комплексным воздействием и большим потенциалом повышения энергоэффективности в зданиях, есть дополнительное основание сосредоточиться на энергоэффективности зданий. Строительная отрасль уже достаточно регламентирована, что увеличивает распространение требований к энергетической эффективности и способствует дальнейшему прогрессу. В большинстве стран разработаны официальные национальные законы об энергоэффективности или программы, в которых определены количественные цели энергоэффективности. Эти программы могут оказать существенное влияние на длительность и эффективную координацию государственной политики в пользу энергоэффективности, но при этом потребуют должного политического консенсуса для практического внедрения.

Цель данного исследования заключается в том, чтобы проанализировать разницу между существующими технологиями энергоэффективности в зданиях и их применением и адаптацией в регионе ЕЭК ООН. Этот отчет нацелен на освещение темы соотношения между строгостью и применением существующих стандартов и уровнем применения технологий энергоэффективности для отопления, охлаждения, вентиляции и освещения в преобразованной человеком среде.

¹ Энергоемкость определяется суммарным потреблением энергии, разделенным на мировой валовой продукт.

Анализ, приведенный в данном отчете (см. Раздел 3), основан на эмпирических данных, представляя некоторые примечательные результаты по странам в регионе ЕЭК ООН, который может помочь различным заинтересованным сторонам: политикам – понять потенциал применения энергоэффективных технологий; представителям частного сектора – оценить потенциал рынка; государственным органам (муниципальным и коммунальным службам) – воспользоваться дополнительными выгодами от продвижения энергоэффективности зданий. Данные, на которых базируется GAP-анализ, вместе с показателями для конкретных стран, представлены в приложениях к отчету.

Учитывая важность и срочность глобального повышения энергоэффективности, высокий потенциал зданий для экономически оправданного повышения энергоэффективности, так же как и бесчисленные документально подтвержденные социальные преимущества, связанные с энергоэффективными зданиями, наличие существенных пробелов явилось неожиданностью. Действительно, существует множество барьеров, мешающих превратить обширный потенциал энергосбережения в зданиях в действительность. Некоторые из этих барьеров являются общими (то есть, относятся ко всем энергоэффективным проектам в различных секторах), в то время как другие барьеры характерны для сектора зданий. Общие барьеры повышения энергоэффективности включают:

- нехватку технологий
- ограниченное финансирование
- недостаточную осведомленность и компетентность финансистов
- плохо внедренные или отсутствующие нормы
- высокую стоимость достоверной информации
- придание большого значения первичным капиталовложениям по сравнению с периодическими затратами
- отсутствие знаний у собственников зданий и/или проектировщиков

Выяснилось, что правительства многих стран не имеют четкого мандата и достаточного потенциала для разработки и реализации политики, направленной на повышение энергоэффективности. Одним из серьезных барьеров, характерных для строительной отрасли, является структурная сложность; целостный системный подход, который приводит к более тщательной оптимизации конструкции и эксплуатации, а следовательно к повышению энергоэффективности, требует большей широты и глубины экспертных знаний (ПРООН, 2009).

Различные государственные меры, разработанные с целью повышения энергоэффективности в зданиях, повсеместно внедрялись в регионе ЕЭК ООН с различной степенью успеха. В странах-членах ЕС за прошлое десятилетие много внимания уделялось энергоэффективности в зданиях:

- директива 2006/32/ЕС от 5 апреля 2006 по эффективности конечного использования энергии и энергетическим услугам
- директива 2009/28/ЕС от 23 апреля 2009 по продвижению использования энергии из возобновляемых источников, предусматривающих продвижение энергоэффективности
- директива 2009/125/ЕС от 21 октября 2009, устанавливающая основу для определения требований к экодизайну энергосвязанных изделий
- директива 2010/30/EU от 19 мая 2010 по указанию маркировки энергоэффективности и стандартной информации на продукции о потреблении энергии и других ресурсов
- директива 2010/31/EU от 19 мая 2010 по энергетической эффективности зданий
- директива 2012/27/EU от 25 октября 2012 по изменению директив по энергоэффективности 2009/125/ЕС и 2010/30/EU и отмене директив 2004/8/ЕС и 2006/32/ЕС

- директива (EU) 2018/844 от 30 мая 2018, о внесении изменений в директиву 2010/31/EU по энергетической эффективности зданий и директиву 2012/27/EU по энергоэффективности

Чтобы помочь представителям органов государственной власти внедрить Директивы энергоэффективности в странах-членах ЕС, Европейская комиссия издала несколько руководств; Статья 5, 6, 7, 8, 9-11, 14, 15 (Директивы ЕС 2010). Внедрение этих директив на национальном уровне должно привести к важным изменениям в сфере энергоэффективности в Европе, особенно в строительной отрасли. В Соединенных Штатах, Закон об энергетической политике 2005 года (US EPA, 2018) охватывает почти каждый аспект производства, распределения и потребления энергии, наряду с рекомендациями по энергоэффективности. В 2012 году 31 штат США принял либо АОИООК (ASHRAE²) 90.1.2007, либо ICC Energy Conservation 2000-2015³, внедряя модельные кодексы для жилых и коммерческих зданий. Их условия относительно энергоэффективности в зданиях включают: сокращение потребления энергии в общественных зданиях; включение энергоэффективного оборудования в государственные закупки; новые стандарты для 14 крупных приборов; и налоговые стимулы для повышений энергоэффективности в домах, коммерческих и общественных зданиях. Однако некоторые экологические организации (такие как МГЭИК, GABC) подвергли критике данные нормативно-правовые акты за ограниченный прогресс в энергоэффективности зданий.

В быстро развивающихся странах, в которых строительный фонд в основном находится в стадии формирования, строительная отрасль должна поставить в приоритет повышение энергоэффективности и сокращение потенциальных выбросов в новом строительстве. Политика и программы, направленные на существующие здания, вероятно, окажут меньшее влияние на повышение энергоэффективности в целом. Это – один из аспектов, в котором развивающиеся страны могут оказать непропорционально большое влияние на достижение глобальных целей энергоэффективности, поскольку предельная стоимость увеличения строительной энергоэффективности является самой низкой в период возведения здания. Новое строительство представляет возможность объединить эффективные материалы, новые технологии и лучшие практики. На этапе строительства вся система здания может быть разработана для оптимизации операционной энергоэффективности с учетом различных факторов. Например, потребление энергии во время эксплуатации зависит от местоположения, ориентации, структуры, планировки, строительных материалов и применяемого оборудования; всё это – решения, принимаемые на этапе проектирования или в ходе строительства. Некоторые из этих факторов могут быть улучшены позже во время капитального ремонта, но являются более капиталоемкими.

С другой стороны, во многих странах с развитой экономикой и обширной строительной инфраструктурой, модернизация существующих зданий для повышения энергоэффективности и сокращения выбросов CO₂ должна быть в приоритете относительно строительства новых зданий. Например, в Европейском союзе приблизительно 35% фонда – это здания старше 50 лет; следовательно, повышение их энергоэффективности могло бы уменьшить суммарное потребление энергии в регионе больше чем на 5% (ЕЭК ООН, 2017а, р. 8).

Политика, программы и технологии энергоэффективности зданий могут рассматриваться в трех разных аспектах: системы, структура и обслуживание. Примеры политики и программ, которые поддерживают энергоэффективность в зданиях, включают стандарты по бытовым приборам и маркировку (Energy Star, и др.), разработку энергетических кодексов, программы и цели

² АОИООК (ASHRAE) 90.1-2007 является основным документом для установления базового стандарта энергетических характеристик здания для моделирования потребления всего здания.

³ Международный кодекс энергосбережения 2015 (IECC 2015) - это модельный кодекс, разработанный Международным советом по кодам (ICC). Этот документ обеспечивает основу для многих кодексов штатов и городов.

энергетических предприятий по управлению спросом, энергетические программы лидерства в общественном секторе, меры, связанные с ценообразованием и материальные стимулы, образование и учебные инициативы, целевые программы по информированию и продвижение энергосервисных компаний (ЭСКО) (ПРООН, 2009). Уровень успеха каждого из этих типов мер зависит от многих факторов и может быть замедлен различными барьерами. Кроме того, лучший подход к повышению энергоэффективности зданий в каждой стране может зависеть от уровня (экономической) зрелости для успешной адаптации к экологической трансформации. Настоящее исследование связывает соответствующую национальную политику и внедрение технологий для определения пробелов между существующими энергосберегающими технологиями в зданиях и их применением и внедрением в регионе ЕЭК ООН, включая оценку на национальном уровне.

Помимо этого введения отчет разделен на четыре части. Раздел 1 рассматривает цели и объем этого исследования; детализируется также используемая методология наряду с различными ограничениями. Раздел 2 сосредоточен на существующих технологиях энергоэффективности в пяти категориях: «Ограждающие конструкции здания и остекление», «Подогрев воды для горячего водоснабжения», «Кондиционирование воздуха, вентиляция и охлаждение», «Приборы» и «Освещение». Обзор применения и адаптации соответствующих технологий, оценка на уровне стран и GAP-анализ представлены в Разделе 3. Этот отчет завершают Заключение и Рекомендации, которые основаны на описательной части и GAP-анализе, сфокусированы на приоритетных действиях стран в регионе ЕЭК ООН, которые должны быть предприняты для стимулирования внедрения технологий по повышению энергоэффективности в зданиях. Рекомендации включают, в частности, аспекты политики и законодательства, инвестиций и материальных стимулов, технологической адаптации и развития компетенций. Данный отчет завершает ряд приложений с данными, на которых базировался GAP-анализ. Эти приложения расположены в алфавитном порядке по странам в рамках каждого субрегиона ЕЭК ООН.

РАЗДЕЛ 1 – Цель, объем, методология и ограничения

Цель исследования заключается в том, чтобы определить и проанализировать пробелы между существующими энергосберегающими технологиями в зданиях и их применением и адаптацией в регионе ЕЭК ООН, базируясь на оценках, проведенных на национальном уровне. Как было упомянуто выше, целью исследования является выявление различий в использовании технологий в различных странах посредством GAP-анализа, а также определение, существует ли какая-либо корреляция между строгостью и применением существующих стандартов к уровню применения технологий. Это исследование основывается на сравнительном исследовании под названием “Сравнительный обзор существующих стандартов и технологий энергоэффективности в зданиях в регионе ЕЭК ООН” (ЕЭК ООН 2018), предпринятом в 2018 году Комитетом ЕЭК ООН по жилищно-коммунальному хозяйству и землепользованию (КЖКХЗ) и Комитетом по Устойчивой энергии (КУЭ).

В этом исследовании проводится сопоставление и кластеризация существующих технологий для повышения энергоэффективности зданий. Кроме того, в нем определяются и анализируются разрывы между существующими энергоэффективными технологиями и их применением и внедрением в регионе ЕЭК ООН. Анализ дополняет предыдущие доклады (ЕЭК ООН 2017b, ЕЭК ООН 2018), которые сводились, соответственно, к обзору строительных норм и технических требований, а также различных социальных, политических и финансовых барьеров. В частности, это исследование расширяет первоначальную оценку технологий энергоэффективности в зданиях, разработанную в «Сравнительном обзоре существующих стандартов энергоэффективности в зданиях в регионе ЕЭК ООН», в отношении существующих стандартов и сложившихся барьеров.

В качестве основного метода в данном исследовании был применен GAP-анализ на основе данных, собранных с помощью преимущественно кабинетных исследований Интернет-ресурсов, печатных средств массовой информации, включая официальные правительственные коммюнике, опубликованные доклады неправительственных организаций, научные публикации, базы данных по энергетике и общественные новостные агентства. Эти данные были подтверждены, а источники данных были дополнительно расширены путем консультаций с различными экспертами и организациями. В соответствии с предыдущим исследованием (ЕЭК ООН 2018) государства-члены ЕЭК ООН аналогичным образом сгруппированы по субрегионам А, В, С, D, E и, кроме того, добавлен субрегион F4. Из-за недостатка данных, Сан-Марино и Израиль были исключены из этого исследования. Страны оцениваются по трехбалльной шкале (низкая, средняя, высокая) по внедрению технологий энергоэффективности зданий, описанных в Разделе 2. Для составления таблиц и анализа технологии были объединены в пять категорий: “Ограждающие конструкции зданий и остекление”, “Отопление систем горячего водоснабжения”, “Кондиционирование воздуха, вентиляция и охлаждение”, “Бытовая техника” и “Освещение”. Там, где это возможно, соответствующие данные собирались отдельно по модернизации существующих зданий и для нового строительства; затем их разделили на четыре типа: частные дома, многоквартирные дома, коммерческие здания и общественные здания.

⁴ Субрегион А = Австрия, Андорра, Бельгия, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Лихтенштейн, Люксембург, Монако, Нидерланды, Норвегия, Португалия, Соединенное Королевство, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция.

Субрегион В = Болгария, Венгрия, Кипр, Латвия, Литва, Мальта, Польша, Румыния, Словакия, Словения, Хорватия, Чешская Республика, Эстония.

Субрегион С = Азербайджан, Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Республика Молдова, Российская Федерация, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина.

Субрегион D = Канада, США.

Субрегион E = Албания, Босния и Герцеговина, Бывшая Югославская Республика Македония, Сербия, Черногория.

Субрегион F = Турция.

Данные, собранные для измерения и анализа тенденций и моделей применения энергоэффективных технологий, основаны на критериях, перечисленных в Таблица 1, в соответствии с которыми была проведена оценка внедрения каждой технологии в каждой стране с целью определения степени воздействия. Несколько приложений завершают настоящий доклад, документируя данные, на которых основывался анализ. Эти приложения сгруппированы по странам региона ЕЭК ООН в алфавитном порядке.

Таблица 1 - Критерии Оценки Воздействия

Оценка воздействия	Критерии Оценки
3 (Высокий)	Технология превалирует. Существует правительственная поддержка и инициатива по поощрению внедрения этой технологии, и предпринимаются активные меры, включая финансовую поддержку и стимулы. Применение данной технологии является обязательным, либо находится в переходной фазе и в последствии станет обязательным. Возможны штрафы за несоблюдение. Эта технология является доступной и экономически целесообразной за счет стимулов и широкого применения.
2 (Средний)	Национальное законодательство (законы, нормы энергопотребления и т.д.) не требует внедрения данной технологии. Лишь в некоторых случаях внедрение этой технологии поддерживается на региональном уровне (например, в некоторых климатических зонах и т.д., но не во всей стране). В нормативных документах могут содержаться некоторые предписывающие рекомендации. Эта технология часто применяется при новом строительстве или модернизации зданий; несмотря на отсутствие надлежащей нормативной базы, она может быть доступной и широко используемой. Существует умеренная тенденция внедрения технологии, но все еще есть некоторые пробелы. Это может быть улучшено с помощью партнерства между государственным и частным секторами, государственной поддержки, маркетинговых стратегий, стандартов соответствия и финансового стимулирования.
1 (Низкий)	Действующее законодательство не требует внедрения данной технологии. Кроме того, отсутствуют конкретные нормы энергоэффективности зданий, которые содержали бы по крайней мере предписывающие требования. Эта технология лишь изредка внедряется в некоторых регионах (включая демо-проекты, реализуемые международными организациями и софинансируемые различными фондами). Технология, скорее всего, экономически невыгодна. Она внедряется, но процесс находится на начальной стадии; существуют рыночные барьеры.
0 (Не применимо)	Внедрение данной технологии экономически нецелесообразно и необязательно. Эта технология не применяется (только в некоторых конкретных случаях).
NI – Информация отсутствует	На данный момент нет информации/данных.

Анализ сосредоточен на следующих темах, относящихся к энергоэффективности в странах региона ЕЭК ООН:

- институциональная и правовая политика
- строительные нормы и стандарты
- существующие технологии
- развитие местного потенциала
- наличие материалов и оборудования
- реализуемые в настоящее время финансово-экономические механизмы

Настоящий доклад основан на принципах «Рамочных руководящих указаний для стандартов энергоэффективности в зданиях» (ЕЭК ООН 2017с) и, таким образом, выходит за рамки поэтапного, компонентного подхода к анализу существующих строительных стандартов. Общеизвестно, что наибольший потенциал экономии при использовании энергии возникает при использовании системного подхода к повышению энергоэффективности, поэтому такой подход оправдан. Данная перспектива влияет на анализ пробелов и выработку последующих рекомендаций. Кроме того, выявленные пробелы анализируются путем выявления различий в использовании технологий между странами региона ЕЭК ООН.

Сфера охвата исследования ограничивается оценкой применения технологий энергоэффективности зданий в государствах-членах ЕЭК ООН; выявлением пробелов в реализации и возможных барьеров; вынесением рекомендаций в отношении мер, учитывающих экологическую адаптацию на всех уровнях реконструкции зданий и программ строительства новых зданий. Обоснованность выводов и рекомендаций, содержащихся в настоящем докладе, ограничивается данными, которые на момент подготовки данного отчета были общедоступны во время кабинетных исследований. В остальной части отчета задокументированы некоторые допущения, которые были сделаны во время исследования; таким образом, все выводы также базируются на этих предположениях. Наконец, в отличие от вышеупомянутого доклада (ЕЭК ООН 2017b), данное исследование не основано на данных, полученных в результате структурированного опроса экспертов по определенной тематике. В той мере, в какой упомянутые эксперты располагают соответствующей информацией, не являющейся общедоступной, выводы и рекомендации могут быть необъективными.

Это исследование было проанализировано, и результаты были подтверждены заинтересованными сторонами из региона ЕЭК ООН, соответствующими национальными органами и членами Совместной целевой группы ЕЭК ООН по стандартам энергоэффективности в зданиях. Предварительные выводы исследования были подтверждены на третьем совещании Совместной целевой группы в Женеве, Швейцария, 3 октября 2018 года, а завершённое исследование было представлено в ходе Девятого международного форума по энергетике для устойчивого развития 12-15 ноября 2018 года в Киеве, Украина.

РАЗДЕЛ 2 – Энергоэффективные технологии в зданиях в регионе ЕЭК ООН

Здания потребляют значительное количество энергии для поддержания комфортных условий проживания жильцов, что подразумевает отопление помещений и подготовку горячей воды, вентиляцию и кондиционирование/охлаждение воздуха, а также электроснабжение для нужд освещения и других бытовых приборов. Существуют передовые технические решения для зданий, которые снижают потребление энергии, выбросы углекислого газа и потери энергии, обеспечивая при этом максимальный тепловой комфорт и безопасность для жильцов. В целом такие технологии либо снижают энергопотребление, либо повышают эффективность ее использования. В последнее время, эффективное планирование на стадии строительства становится все более важным и включает в себя эффективное планирование экодизайна, ориентацию здания, эффективное использование системы зеленых растений для кровли и фасадов здания, использование затенения, планирование естественного освещения и вентиляции и т. д.

Современные строительные нормативы определяют требования к инженерным системам здания и устанавливают пределы тепловых характеристик ограждающих конструкций, которые также отражают наиболее оптимальное энергопотребление с точки зрения технико-экономических условий.

Строительные нормы обеспечивают руководящие принципы для нового строительства и для модернизации существующих зданий для создания энергоэффективных зданий путем применения комплексного, целостного подхода к проектированию, который позволит увеличить срок службы здания, снизить потребление энергии, а также способствует лучшей, здоровой, более комфортной среде для людей, их жизни и работы. Существует несколько технологических вариантов, которые наряду с энергоэффективными решениями также поддерживают меры по обеспечению устойчивости, снижают эксплуатационные расходы и воздействие на окружающую среду, повышают адаптивность, долговечность и устойчивость зданий. Этот раздел посвящен тому, как и где энергия потребляется в здании в течение срока его эксплуатации, а также существующим энергоэффективным технологиям, которые были разделены на следующие шесть укрупненных категорий:

- ограждающие конструкции и структура здания; утепление, остекление, герметичность и мостики холода;
- отопление помещений;
- централизованное кондиционирование/охлаждение воздуха;
- нагрев воды и охлаждение;
- приборы и оборудование;
- освещение.

Ниже приведены некоторые примеры энергоэффективных мер (перечень технологий не является предписывающим, и применимость каждой технологии зависит от конкретного региона, его климатических условий и других факторов), которые могут быть внедрены для того, чтобы сделать здания эффективными и продуктивными:

Теплозащита с целью улучшения свойств ограждающих конструкций и структуры здания:

- теплоизоляция ограждающих конструкций здания;
- замена устаревших окон и дверей на современные энергоэффективные;

- повышение герметичности зданий (в рамках повышения герметичности должна быть организована соответствующая вентиляция помещений);
- улучшение деталей конструкции для уменьшения мостиков холода в ограждающих конструкциях зданий.

Снижение тепловых потерь в зданиях:

- восстановление и герметизация межпанельных стыков стен и потолков при реконструкции панельного здания;
- установка дополнительных входных групп (холлы, ветровые веранды) с двойными дверями;
- установка автоматических доводчиков дверей;
- установка рекуператоров тепла для ограничения тепловых потерь в системе вентиляции и подачи свежего и чистого воздуха.

Совершенствование и оптимизация внутренних систем теплоснабжения, снижение энергопотребления:

- термоизоляция трубопроводов системы отопления, стояков горячей воды, и систем распределения системы отопления;
- установка автоматических индивидуальных тепловых пунктов системы теплоснабжения;
- установка термостатов на системе отопления;
- установка балансировочных клапанов на стояки отопительной системы;
- установка тепло- и водогрейных котлов с автоматическим управлением внешними условиями;
- использование циркуляционных насосов для систем отопления, горячего водоснабжения со встроенными или внешними преобразователями частоты;
- установка отражающей изоляции за радиаторами;
- гидropневматическая или химическая очистка систем теплоснабжения, включая основное оборудование.

Сокращение или оптимизация потребления электроэнергии:

- замена светильников и ламп во внутренних и внешних системах освещения;
- использование датчиков присутствия или датчиков дневного света для контроля за освещением;
- использование высокоэффективного электронагревательного/охлаждающего оборудования (тепловой насос);
- оптимизация энергопотребления лифтов с установкой преобразователей частоты;
- использование преобразователей частоты в инженерных системах зданий для оптимизации работы вентиляторов, насосов и другого соответствующего оборудования;
- установка энергоэффективных бытовых приборов;
- монтаж фотоэлектрических систем отопления и энергоснабжения (солнечных панелей).

Некоторые из основных мер по повышению энергоэффективности описываются в остальной части настоящей главы, подчеркивая их воздействие на потребление энергии и применимость в субрегионах ЕЭК ООН.

⁵ Панельное здание – это здание, построенное из больших сборных бетонных плит / панелей

2.1. Ограждающие конструкции зданий: утепление и остекление

2.1.а Теплоизоляция ограждающих конструкций здания, герметичность, мостики холода.

Ограждающие конструкции здания оказывают наибольшее влияние на показатели энергетической эффективности; при планировании мер по повышению энергоэффективности для существующих или новых зданий это наиболее значимый аспект, который стоит учитывать. С учетом функций ограждающих конструкций зданий (т.е. безопасность, комфорт, неприкосновенность частной жизни, эстетика, вентиляция и т.д.), крайне важно оптимизировать конструкцию оболочки здания для того, чтобы соответствовать требованиям комфорта жильцов при снижении потребления энергии и потерь тепла.

Термоизоляция, герметичность и исключение мостиков холода в зданиях равнозначно важны для стран и с теплым, и с холодным климатом. Теплотери в холодное время года приводят к увеличению использования тепловой энергии, что равноценно потерям холодного воздуха от центрального кондиционирования из-за высокого тепловыделения в помещениях в летние месяцы (в обоих случаях это приводит к увеличению потребления и более высокому уровню выбросов CO₂). В большинстве зданий потеря тепла происходит через стены, крыши, полы и окна, герметичные соединения, мостики холода и т.д.

Достаточный уровень теплоизоляции, а также избежание мостиков холода являются важнейшими мерами не только для улучшения тепловых характеристик здания и комфорта, но и для обеспечения долговечности здания.

Правильная изоляция может уменьшить потери тепла в холодном климате и снизить переизбыток тепла в жарком климате. Тип и толщина изоляционного слоя меняется в зависимости от климата, типа здания и использования. Существует много доступных энергоэффективных технологий, применимых для ограждающих конструкций зданий, которые в основном используются при новом строительстве. Некоторые из них в отдельных случаях также могут быть применены во время модернизации здания.

Выбор толщины теплоизоляционного слоя осуществляется исходя из требований строительных и нормативных критериев, климатических условий, текущих тепловых и других необходимых параметров. Все это следует учитывать на этапе проектирования здания. Принципы некоторых технических решений по утеплению наружных стен, а также чердака/цокольного этажа или цокольного перекрытия представлены на Рисунке 1.

Принцип теплоизоляции внешней стены	
	<p>Ключевые элементы предлагаемой технологии</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Существующая несущая стена 2. Клеевая композиция 3. Изоляционная панель 4. Фиксирующая заглушка 5. Армирующая сетка из стекловолокна наносится на клеевой состав 6. Наружное защитно-декоративное покрытие с предварительным слоем грунтовки
Принцип утепления мансардного этажа	
	<p>Ключевые элементы предлагаемой технологии</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Существующая плита чердака 2. Лист фанеры 3. Воздушный барьер (слой управления паром в некоторых агрегатах) 4. Изоляционная панель 5. Гидроизоляция 6. Окончательное покрытие пола

Рисунок 1 - Технические решения по утеплению

Основные теплоизоляционные материалы, применяемые при утеплении в странах ЕЭК ООН с целью повышения энергоэффективности показаны на Рисунке 2.

	Стекловата	Каменная вата	Шлаковая вата	Пенополистирол (вспененный беспрессовый) ⁶	Экструдированный пенополистирол
КАК ВЫГЛЯДИТ					
ХАРАКТЕРИСТИКА	Исходным сырьем для производства стекловаты являются: песок, сода, известняк, бура (или этибор), стеклобой. Теплопроводность - 0,038-0,046 Вт/м·К. Макс. эксплуатационная температура - 450 °С. Мин. эксплуатационная температура -60 °С.	Основным сырьем для изготовления каменной (базальтовой) ваты являются горные породы. Теплопроводность - 0,035 — 0,042 Вт/м·К. Макс. эксплуатационная температура – до 1000 °С (только при условии отсутствия деформации).	Исходным материалом для изготовления шлаковой ваты служат доменные шлаки. Теплопроводность - 0,04 - 0,07 Вт/м·К. Макс. эксплуатационная температура - 300 °С.	Пенополистирол (или пенопласт) – это вспененная пластическая масса, на 98% состоящая из воздуха. Теплопроводность - 0,036 - 0,050 Вт/м·К. Макс. эксплуатационная температура - +70 °С. Мин. эксплуатационная температура - 50 °С.	Экструдированный пенополистирол состоит из гранул полистирола, образованных методом экструзии. Теплопроводность - 0,028 Вт/м·К. Макс. эксплуатационная температура - +75 °С. Мин. эксплуатационная температура - 50 °С.
ПРЕИМУЩЕСТВА	<ul style="list-style-type: none"> • Легкость; • Эластичность; • Хорошие звукоизоляционные свойства; • Группа горючести – НГ (негорючая); • Высокое сжатие при транспортировке. 	<ul style="list-style-type: none"> • Группа горючести – НГ (негорючая); • Высокая упругость; • Невосприимчивость к плесени и грибкам; • Устойчивость к кратковременному воздействию влаги – можно монтировать в дождь; • Неколкие волокна. 	Низкое водопоглощение – идеально подходит для работы под открытым небом в любую погоду.	<ul style="list-style-type: none"> • Низкая цена; • Превосходная гибкость; • Высокая прочность на сжатие при низкой плотности; • Простота монтажа. 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая прочность на сжатие при низкой плотности; • Низкое водопоглощение; • Низкая паропроницаемость; • Низкий коэффициент теплопроводности.
НЕДОСТАТКИ	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая хрупкость и ломкость волокон; • Высокое водопоглощение. 	<ul style="list-style-type: none"> • Низкое сжатие материала, что неудобно при его транспортировке; • Высокая стоимость . 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая хрупкость и ломкость волокон; • Низкие показатели теплопроводности. 	<ul style="list-style-type: none"> • Группа горючести Г1-Г4 (горюч); • Высокое водопоглощение; • Многократный переход температуры через 0°С приводит к разрушению. 	<ul style="list-style-type: none"> • Группа горючести Г1-Г4 (горюч); • Высокая цена.
ОГРАНИЧЕНИЯ	При работе необходимо использовать спецодежду из плотной ткани, рукавицы, респиратор, защитные очки.	Требует осторожной транспортировки, а в местах применения - защиты от механических воздействий.	Не рекомендуется использовать с металлическими элементами фасадов.	Нельзя использовать в открытом виде - требуется устройство цементно-песчаной или гипсовой защиты с открытых сторон или присыпки землей.	Нельзя использовать в открытом виде - требуется устройство цементно-песчаной или гипсовой защиты с открытых сторон или присыпки землей.

Рисунок 2 – Теплоизоляционные материалы, применяемые в регионе ЕЭК ООН

⁶Одним из видов пенополистирола является экструдированный пенополистирол. Он имеет более упорядоченную структуру небольших закрытых пор. Эта технология производства повышает влагостойкость материала, но не снижает пожароопасность, которая остается высокой. Воспламенение вспененных полистиролов происходит в интервале температур от 220 до 380°С, а самовоспламенение происходит в интервале температур 460-480°С. При сжигании пенополистирола образуется большое количество тепла, а также токсичные побочные продукты. Независимо от типа все материалы этой категории относятся к группе воспламеняемости Г4.

2.1.в Установка современных окон с улучшенными тепловыми характеристиками

Замена устаревших окон на окна, утепленные согласно последним современным технологиям, намного эффективнее, чем их ремонт. Строительные стандарты в ряде стран требуют установки энергоэффективных окон с высокими тепловыми характеристиками. Такие окна изготовлены с использованием многокамерных стеклопакетов, что является более сложной разработкой, чем традиционные старые деревянные панельные окна. Конструкция стеклопакета представляет собой листы стекла, разделённые дистанционными рамками и герметично запаянные по торцам. В конструкции стеклопакета образуются стекловоздушные прослойки, которые называют - камерами.

Наряду с улучшенными тепловыми характеристиками, многокамерные окна прочнее, не поддаются деформации, более долговечны. Окна, изготовленные из широкого спектра материалов, а также сравнение основных технологий представлены на Рисунке 3.




Деревянный профиль	Алюминиевый профиль	Профиль из поливинилхлорида
		
<p>Деревянные окна - самые натуральные и экологически чистые. Изготавливаются они из таких пород дерева, как дуб, сосна, ясень, лиственница.</p> <p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ремонтопригодность; • Привлекательный и добротный внешний вид; • Хорошая теплоизоляция и морозоустойчивость, • Звукоизоляция; • Возможность изменения цвета, как снаружи, так и изнутри. <p>Недостатки: Горючесть и гигроскопичность.</p>	<p>Алюминиевые окна делятся на легкий и теплый алюминий. Окна из легкого алюминия применяют для помещений, не требующих значительной звуко- и теплоизоляции. Они очень лёгкие и малогабаритные. Теплые алюминиевые окна состоят из наружной части – холодной, и внутренней части – тёплой, которые изготавливаются отдельно и собираются прямо на объекте.</p> <p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Лёгкость конструкции; • Прочность; • Устойчивость к воздействиям окружающей среды; • Возможность изготовить окно любой конфигурации и сложности. <p>Недостатки: Подверженность электрохимической коррозии. Высокая теплопроводность алюминия</p>	<p>Для изготовления используется поливинилхлорид (ПВХ). Самый недорогой вид окон.</p> <p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Хорошая теплоизоляция; • Отличная звукоизоляция; • Устойчивость к различным атмосферным воздействиям; • Лёгкость в уходе; • Пожаробезопасность. <p>Недостатки: Высокая герметичность. Вследствие этого, в помещении может образоваться повышенная влажность, духота, конденсат на окнах. Механические повреждения на пластиковом окне исправить невозможно.</p>

Рисунок 3 – Энергоэффективные оконные профили

В зависимости от теплотехнических требований конструктивно окна могут быть со стеклопакетами, включающими разное количество камер, достигая при этом требуемых теплотехнических характеристик в соответствии со строительными нормативными документами или же дополнительных требований, к примеру акустических. Во многих странах представлены окна с энергосберегающим пакетом, который отличается от обычного тем, что внутренняя сторона одного

из стёкол покрывается тонким слоем атомов серебра, а само внутреннее пространство камер заполняется не просто воздухом, а газом – аргоном. Результатом таких нововведений является существенное снижение теплопроводности. Так, однокамерный стеклопакет с энергосбережением оказывается теплее обычного двухкамерного, при этом его масса приблизительно на 30% ниже, в результате чего фурнитура окна работает дольше и мягче. Благодаря ионам серебра такой стеклопакет к тому же обладает так называемым «эффектом зеркала». То есть жарким летом в помещении будет дольше сохраняться прохлада, а в холодную зиму тепло от внутренней системы отопления будет отражаться в комнату.

Необходимо подчеркнуть важность правильной установки окна высококвалифицированными специалистами, чтобы обеспечить уменьшение мостиков холода и надлежащую герметичность окна.

2.2. Отопление, горячее водоснабжение

Различные подходы к проектированию системы теплоснабжения зданий во многом зависят от наличия энергоресурсов, уровня цен, инфраструктуры, технологического развития, энергетической политики конкретной страны. Технология систем теплоснабжения находится на переходном этапе, и в настоящее время предпринимаются значительные технологические шаги для применения возобновляемых источников энергии в качестве источника теплоснабжения. Для внедрения возобновляемых источников энергии важны следующие меры государственной поддержки:

- разработка надлежащей нормативно-правовой базы и соответствующей политики;
- определение целевых показателей для продвижения использования возобновляемых источников энергии в электроэнергетике или отоплении;
- предоставление финансовых/налоговых стимулов для инвестиций в возобновляемые источники энергии;
- принятие среднесрочных льготных тарифов на покупку энергии из возобновляемых источников;
- возложение на энергетические компании обязательства обеспечивать определенный процент поставок энергии из возобновляемых источников.

Энергия из возобновляемых источников может применяться как для централизованных, так и децентрализованных систем теплоснабжения.

2.2.а Совершенствование системы децентрализованного теплоснабжения

Принцип децентрализованного теплоснабжения основан на обособленно вырабатываемой тепловой энергии для внутренних нужд. Децентрализованные системы отопления могут использовать как не возобновляемое топливо (например, установка котельного оборудования), так и возобновляемую энергию (установка солнечных коллекторов на крыше и тепловых насосов⁷).

⁷ Тепловой насос может быть признан работающим на возобновляемом топливе только тогда, когда электричество, используемое для привода насоса, поступает от неископаемого ресурса. Кроме того, согласно директиве ЕС 2009/28/ЕС, пункт 31: “тепловым насосам, позволяющим использовать аэротермическое, геотермальное или гидротермальное тепло при полезной температуре, требуется электричество или другая вспомогательная энергия для функционирования. Таким образом, энергия, используемая для привода тепловых насосов,

Установка котельного оборудования

Одним из самых распространенных мероприятий по модернизации децентрализованной системы теплоснабжения является замена старого котла на новый более эффективный. Эффективность нового котельного оборудования определяется более эффективным отношением производимого тепла к затрачиваемому количеству топлива. Коэффициент, определяющий эффективность котла, называется коэффициентом полезного действия (КПД). Чем выше КПД котла, тем меньше количества потребляемого топлива необходимо для получения тепла на нужды отопления или приготовления горячей воды. Таким образом, новое котельное оборудование обладает более высоким КПД при сжигании одного и того же вида топлива.

Кроме того, существует технология, позволяющая котлу работать на различных видах топлива с более высокими калорическими значениями вместе с дополнительными возможностями автоматических систем с погодным регулированием.

Существуют различные типы котельного оборудования, которые работают на различных видах топлива, такие как: котлы на природном газе, дизельном топливе, угле, электричестве и биомассе (см. Рисунок 4).

Одной из эффективных технологий является применение конденсационных котлов, обладающих значительной эффективностью в сравнении с традиционными техническими решениями. В последнее время наиболее перспективной инновационной технологией в применении котельного оборудования считается конденсация водяных паров, которые образуются во время сгорания углеводородов. По такому принципу работают конденсационные котлы.

В странах Европейского союза с сентября 2015 года вступило в действие положение Директивы 2005/32/EC (EcoDesign) в части запрета на продажу неконденсационных газовых котлов на территории ЕС за исключением особых случаев. Это вызвано их большей энергоэффективностью и экологичностью по сравнению с традиционными газовыми теплогенераторами. Теперь все европейские производители должны выпускать только конденсационную газовую нагревательную технику, реализуемую в странах ЕС.



должна быть вычтена из общего полезного тепла. Следует учитывать только тепловые насосы с мощностью, значительно превышающей первичную энергию, необходимую для привода.”

Рисунок 4 - Примеры современных газовых котлов

Технические решения для солнечных коллекторов

Солнечное отопление является одним из наиболее широко применимых технических решений с использованием возобновляемых источников энергии в строительном секторе. Тепло от солнечного излучения можно использовать для горячего водоснабжения и внутреннего отопления жилых и общественных зданий. Существует два типа солнечных коллекторов: плоские и вакуумные (см. таблицу 2). Типичные солнечные коллекторы производят температуры 60-100°C.

Таблица 2 - Типы солнечных коллекторов

Плоские солнечные коллекторы	Вакуумные трубчатые коллекторы
Преимущества	
<ul style="list-style-type: none"> • Недорогое решение • Простота установки и обслуживания • Простота в работе, не требуют дополнительного оборудования (например, насосов) • Проверенная технология со значительным сроком службы (более 25 лет) • Идеальны для непостоянных нагрузок (например, в домах, ресторанах, небольших компаниях) • Для достижения более высокой эффективности на плоских коллекторах можно установить прозрачную изоляцию. Такое решение можно использовать для достижения более высоких целевых температур или для защиты коллектора от замерзания в холодном климате. Этот вариант также предусматривает предохранитель от перегрева на коллекторе. 	<ul style="list-style-type: none"> • Более высокая эффективность по сравнению с плоскими коллекторами • Подходят для высоких и постоянных нагрузок (гостиницы, спа, бассейны и спортзалы) • Идеально подходят для солнечного охлаждения и нагрева; температура может варьироваться от 50°C зимой до 120°C летом • Покрывают зимнюю нагрузку, за исключением экстремальных условий • Не подвержены повреждениям от сильного снегопада или града
Недостатки	
<ul style="list-style-type: none"> • Эффективность ниже по сравнению с вакуумными трубчатыми коллекторами • Диапазон температур не идеально подходит для солнечного охлаждения; во время длительных зимних периодов не может обеспечить нагрузку горячего водоснабжения • Чувствительны к повреждению от сильных снегопадов или града 	<ul style="list-style-type: none"> • Они являются относительно дорогим решением • Не подходят для малых нагрузок горячего водоснабжения (например, в домах) • Жаркие летние условия могут вызвать гликольный пиролиз в случае, если нет постоянного потребления или циркуляции воды (температура может подняться выше 130°C) • Подвержены повреждениям при использовании в условиях не постоянных нагрузок • Низкое потребление электроэнергии из-за необходимости принудительной циркуляции, особенно летом

Можно разделить солнечные системы на две основные категории: пассивные и активные (см. **Error! Reference source not found.**). К пассивным относятся установки, где в одном блоке, устанавливаемом на крыше, объединены солнечный коллектор и бак с водой. Эта система имеет сравнительно меньшие капитальные затраты, но мало пригодна в условиях холодного климата.

Активная солнечная система горячего водоснабжения/отопления включает в себя обширный перечень инженерного оборудования: солнечные коллекторы, контроллер, циркуляционный насос, расширительный бак, основной бак-аккумулятор, соединительные трубы. Активные системы

дороже, но предоставляют больше возможностей и пригодны для использования в зимнее время. Электроподогрев может использоваться для обеспечения нужной температуры воды, особенно в пасмурную погоду, когда солнечной энергии мало. В целом за год такие системы расходуют меньше электричества, поскольку бак находится в помещении, и не нужно компенсировать его потери тепла. Активные системы можно использовать не только для нагрева воды, но и для систем отопления. Мощность активных систем можно до некоторых пределов менять, устанавливая большее количество солнечных коллекторов, например, в случаях, когда нужно нагревать больше воды или увеличить площадь отапливаемых помещений.



Вид пассивной солнечной системы с плоскими коллекторами



Вид активной солнечной системы с вакуумными трубчатыми коллекторами

Рисунок 5 - Примеры солнечных нагревательных систем

Тепловые насосы

Тепловой насос работает по принципу парокомпрессионного охлаждения. Тепловая мощность обеспечивается за счет конденсации и испарения теплоносителя (как правило, фреона, циркулирующего в замкнутых контурах). Тепловые насосы потребляют электроэнергию для работы компрессора теплоносителя и циркуляционных насосов вторичного контура. Несколько преимуществ установки тепловых насосов в строительный сектор:

1. Установка систем тепловых насосов экономически целесообразна при установке на этапе строительства, так как в этом случае проще обеспечить необходимое пространство. Во время модернизации здания возможно внедрение теплового насоса в существующую систему теплоснабжения вместе с коллектором тепла.
2. В холодном климате и в теплое время года тепловые насосы, использующие источник воды, могут работать более эффективно, чем тепловые насосы на воздушной основе или другие системы кондиционирования воздуха. Тепловые насосы намного эффективнее других систем электрического отопления и, в зависимости от цен на топливо, могут быть более доступными, чем другие системы отопления.
3. Тепловые насосы демонстрируют высокую эффективность, когда дневные температуры сильно колеблются.

4. Тепловые насосы экономически целесообразны в странах, где ископаемое топливо (например, природный газ) является относительно дорогим по сравнению с электричеством, или является недоступным. Теплонасосные системы имеют более низкие энергозатраты, когда цена электроэнергии (за кВт) в 3,5 раза превышает цену традиционного топлива (для производства 1 кВт).
5. В районах, где бурение относительно дешевле, наиболее привлекательны геотермальные системы с вертикальным грунтовым теплообменником. Однако плоские геотермальные системы (небольшая глубина, широкая область) могут также работать хорошо если есть большие площади в собственности, которые могут быть использованы для этой цели.

Тепловые насосы можно классифицировать по источнику низкопотенциальной тепловой мощности, как показано на Рисунке 6.

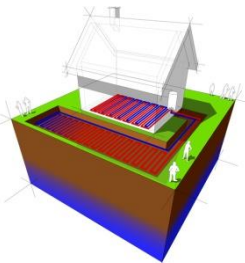
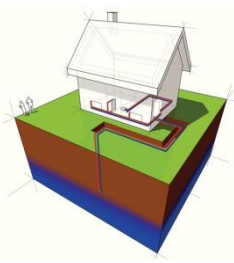
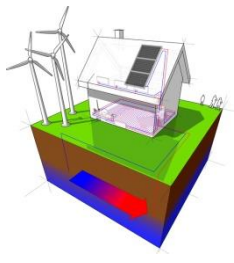
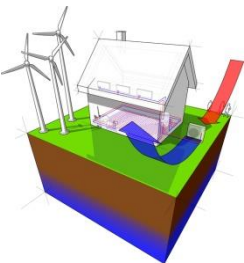
ТИП	ГРУНТ-ВОДА		ВОДА-ВОДА		ВОЗДУХ-ВОДА
	Горизонтальный	Vertical Вертикальный	Горизонтальный	Вертикальный	
ВНЕШНИЙ ВИД					
КОНСТРУКЦИЯ	Коллектор размещается кольцами или извиристо в горизонтальных траншеях ниже глубины промерзания грунта (обычно от 1,20 м и более).	Коллектор размещается вертикально в скважине глубиной до 200 м.	Коллектор размещается извиристо либо кольцами в водоеме (озере, пруду, реке) ниже глубины промерзания.	Коллектор размещается вертикально в скважине, вторая скважина удалена от первой вниз по течению воды в подземном слое на 15-20 м.	Установка состоит либо из двух блоков, размещенных снаружи и внутри помещения, либо из моноблока, соединенного с улицей гибким воздуховодом.
ПРИМЕНЕНИЕ	Такой способ является наиболее экономически эффективным для жилых объектов при условии отсутствия дефицита земельной площади под контур.	Применяется в случаях, когда площадь земельного участка не позволяет разместить контур горизонтально или существует угроза повреждения ландшафта.	Это наиболее дешевый вариант, но есть требования по минимальной глубине и объёму воды в водоеме для каждого конкретного региона.	Применяется при наличии достаточного количества грунтовых вод и площади участка, позволяющей расположить две скважины.	Универсальный в применении и недорогой вариант. Устойчиво, хотя и с уменьшенной мощностью, эти устройства работают до -15°C , затем требуется подключение другого источника тепла.

Рисунок 6 - Типы тепловых насосов

2.2.b Совершенствование системы централизованного теплоснабжения

Централизованное теплоснабжение состоит из источника тепловой энергии, распределительной теплосети и индивидуального теплового пункта преобразования энергии, который имеет связь с потребителем, являющиеся внутренними системами отопления здания. Каждый из ранее перечисленных пунктов играет важную роль в надежном и качественном теплоснабжении зданий; см. **Error! Reference source not found.7.**

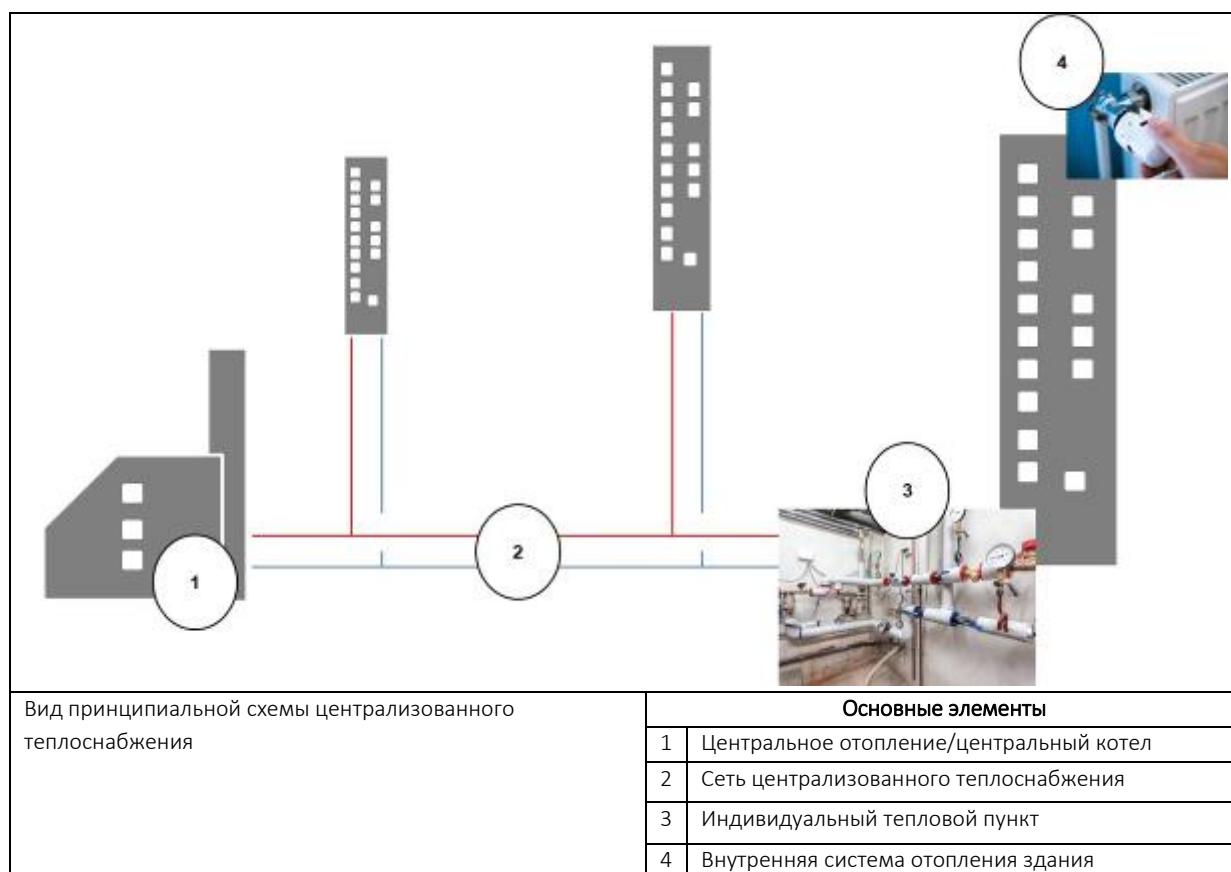


Рисунок 7 - Схема централизованной системы теплоснабжения

Многоквартирные жилые, общественные и коммерческие здания, как правило, оснащены инженерными системами, которые включают отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха (ОВК), а также горячее водоснабжение. Независимо от назначения и размера здания, все инженерные системы должны обеспечивать комфортные условия для жильцов, безопасность и надежность снабжения при одновременной экономии энергии и снижении выбросов CO₂. Система централизованного отопления – это сложная операционная система; например, нагрузка систем отопления и вентиляции зависит от температуры наружного воздуха и тепловыделения в помещениях, а также работы системы горячего водоснабжения.

Внедрение систем централизованного теплоснабжения требует комплексной системы автоматизации в системах теплоснабжения здания, охватывающей тепловые пункты и системы теплопотребления. Во многих странах в централизованной системе теплоснабжения используется автоматизированная система управления, которая является обязательной мерой в новых зданиях и при их модернизации.



Рисунок 8 - Индивидуальный автоматизированный тепловой пункт с погодным регулированием

Наилучшего эффекта энергосбережения в системах теплоснабжения можно добиться с применением автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов, которые имеют следующие основные функции:

- регулировка температуры горячей воды, подаваемой в систему отопления, в зависимости от температуры наружного воздуха (погодное регулирование);
- регулировка температуры горячей воды, которая возвращается из внутренней системы отопления здания в сеть централизованного теплоснабжения в соответствии с температурой наружного воздуха согласно установленному температурному графику;
- ускоренный прогрев здания после энергосберегающего режима (снижение расхода тепла);
- коррекция расхода тепла в зависимости от температуры воздуха в помещении;
- ограничение температуры горячей воды в трубопроводах системы теплоснабжения;
- регулирование тепловой нагрузки в системе горячего водоснабжения;
- регулировка тепловой нагрузки вентиляционными установками с функцией защиты от замерзания;
- регулировка снижения расхода тепла в установленные сроки в соответствии с температурой наружного воздуха;
- регулировка расхода тепла с учетом ориентации здания и его способности выступать в качестве теплоотвода.

Во многих странах практический опыт модернизации тепловых пунктов доказал эффективность этой меры.

2.2.с Меры по оптимизации производительности систем

Изоляция труб и оборудования

На **Error! Reference source not found.**9 показана изоляция трубопроводов как для холодо-, так и для теплоэнергетических систем, что является необходимой мерой при строительстве новых сооружений и реконструкции зданий. Изоляция трубопроводов путем обертывания изоляционными материалами не только снижает тепловые потери в трубопроводах, но и обеспечивает расчетную температуру теплоносителя на одном уровне. Изолированные трубопроводы сохраняют свои температуры лучше, что приводит к существенной экономии энергии.



Рисунок 9 - Изоляция труб и изолированные распределительные трубы систем вентиляции и кондиционирования

На рынке представлено несколько видов теплоизоляционных материалов для трубопроводов. Применение теплоизоляции для систем холодного и теплоснабжения является обязательной мерой для новых сооружений и переоборудования во многих странах. В случае дооснащения изоляция трубопровода должна выполняться только после ремонта и испытаний под давлением, которые обычно включают следующие действия:

- демонтаж существующей теплоизоляции;
- очистка поверхности трубопровода;
- замена участков трубопровода по мере необходимости;
- монтаж теплоизоляции.

Установка термостатических регуляторов на радиаторы

Контроль температуры в отдельных помещениях является основополагающим для рационального использования энергии. В случае радиаторного отопления существенная экономия тепла достигается установкой термостатических клапанов на радиаторах. Для других типов систем, таких как напольное отопление или фанкойлы в офисах, применяется та же логика.

Термостатические регуляторы состоят из двух частей: клапан и термостатический элемент, как показано на **Error! Reference source not found.**10.

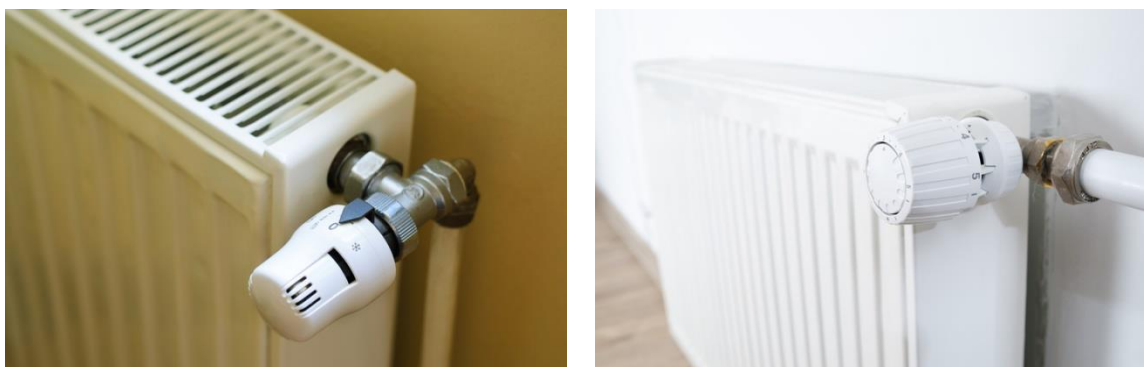


Рисунок 10 - Термостатические элементы управления

Термостаты обычно устанавливаются в системе отопления перед радиатором. Эти термостаты могут быть отрегулированы в зависимости от желаемой температуры в помещении. Ключевым рабочим компонентом термостата является термостатический элемент, внутри которого находится чувствительный к температуре элемент, управляющий вместе с клапаном потоком воды в радиатор.

При уменьшении/исключении чрезмерного теплоснабжения, когда температура окружающей среды соответствует предпочтениям жильцов, термостат предотвращает перегрев и поддерживает комфорт в помещении. Посредством автоматизированной регулировки температуры воздушной среды, термостаты радиатора позволяют, в зависимости от поведения потребителей, экономить энергию системы отопления здания. В их отсутствие, возникнет превышение комфортных температур и жильцы будут избавляться от жары открывая окна.

Установка термостатов на радиаторах сопряжена с заменой устаревших отопительных приборов на более энергоэффективные системы (имеющие более высокие тепловые характеристики).

Установка балансировочных клапанов

Балансировочные клапаны являются частью клиренсовой трубопроводной арматуры, предназначенной для циркуляции гидравлических балансировочных колец (стояков, ответвлений) систем холодного и теплоснабжения. Оптимизация работы системы должна проводиться для динамически изменяющихся реальных условий эксплуатации здания, обеспечивающих стабилизацию динамических режимов его работы. Их можно увидеть на Рисунке 11.



Рисунок 11- Балансировочные клапаны для систем вентиляции и кондиционирования

Применение балансировочных клапанов, в частности динамическая балансировка путем регулирования перепада давления, обеспечивает следующие преимущества для систем холодного и теплоснабжения:

- обеспечение гидравлической стабильности и оптимальных условий эксплуатации элементов системы теплоснабжения и их управление, системы распределения тепла, генератора тепла;
- обеспечение нужного количества энергии, в нужное время, в нужном месте во всем здании – в частности динамическая балансировка;
- снижение уровня шума работы различных элементов, например радиаторных термостатов для системы теплоснабжения или регулирующих клапанов для фанкойлов в

системах холодоснабжения, за счет автоматического поддержания перепада давления на одном уровне;

- снижение уровня шума в трубопроводах и других элементах путем ограничения максимального расхода теплоносителя;
- стабилизация систем теплоснабжения, холодоснабжения и вентиляции в периоды длительной непрерывной работы за счет компенсации, повышающей устойчивость гидроэлементов к коррозии и накипи;
- упрощение монтажа и обслуживания систем за счет объединения функций перекрывающейся части, в том числе спуска теплоносителя и воздуха, что дает возможность компьютерной диагностики систем отопления и вентиляции;
- возможность разделения системы отопления или охлаждения здания на температурные зоны, т. е. на напольные или квартирные системы (одно из направлений энергосбережения);
- снижение энергопотребления циркуляционными насосами;
- обеспечение дополнительной экономической и гигиенической выгоды за счет предотвращения утечки теплоносителя в системах отопления и вентиляции.

Функциональность динамического уравнивания обеспечена автоматизированными балансировочными клапанами для стояков или для каждого излучателя тепла. Их рекомендуется устанавливать с предустановками по умолчанию; там, где выбираются решения для стояков, их следует устанавливать на каждой отопительной системе и только после этого проводить их настройку. Реализация данной меры должна производиться после разработки проектной документации, а также после промывки системы отопления. При ремонте систем теплоснабжения и холодоснабжения целесообразно устанавливать балансировочные клапаны вместе с другими мерами. При монтаже балансировочной арматуры необходимо учитывать пусконаладочные работы, которые должны выполняться специализированными организациями.

Мониторинг энергопотребления и система интеллектуального учета (EMSMS)

Система энергомониторинга и интеллектуального учета состоит из аппаратных и программных компонентов. Общая структура технической части может быть представлена в виде трехуровневой системы. Нижний (первый) уровень системы объединяет интеллектуальные счетчики с цифровыми телеметрическими и импульсными выходами, устройством подсчета импульсов, интерфейсными преобразователями, приемопередатчиками, а также все компоненты инфраструктуры, связанные со строительством каналов информационной связи с более высоким (вторым) уровнем.

EMSMS включает три уровня компонентов:

- Измерительные компоненты (интеллектуальные счетчики) - контрольно-измерительная система, которая измеряет параметры потребления ресурсов, формирует и предоставляет первичные данные (результаты измерений) о количестве и качестве потребляемых ресурсов, обеспечивает промежуточное хранение всей полученной (неизменной) информации по каждому объекту автоматизации (измерение, диагностика, планирование и другие результаты) в соответствии с требуемыми сроками хранения;

- Связующие компоненты – состоят из устройств, предназначенных для приема измерительных данных и сигналов неисправных измерительных компонентов и передачи их на обработку вычислительным компонентам;
- Вычислительные компоненты – единый вычислительный центр для обработки, анализа, хранения и распределения информационных ресурсов. На этом уровне полученные данные формируются на основе информации, полученной при измерении компонентов.

2.3 Кондиционирование воздуха, вентиляция и охлаждение

2.3а Применение преобразователей частоты для электродвигателей насосов и вентиляторов

Современные инженерные системы зданий имеют переменный режим работы (возможность изменения параметров или характеристик в процессе эксплуатации системы), позволяющий снизить проектные параметры приточно-вытяжной, отопительной, охлаждающей, горячей или холодной воды в инженерных системах здания. Эти параметры должны быть оптимально установлены для поддержания надлежащих климатических условий окружающей среды и обеспечения более эффективного потребления энергии. На эти изменения влияет тот факт, что все современные инженерные системы имеют динамический режим работы, который подстраивается под постоянные изменения факторов (наружные климатические условия, влияющие на здание; внутренний прирост тепла от солнечного облучения, оборудования или наличия людей; изменения количества людей; изменения текущего уровня потребления энергии, тепла или холодной воды и т.д.).

Применение частотно-преобразовательных приводов (ЧПП) для электродвигателей насосов и вентиляторов всех инженерных систем зданий позволяет оптимизировать и адаптировать эксплуатационные параметры этих систем. Являясь частью основных параметров инженерных систем, ЧПП уменьшает нарастающую частоту электрических двигателей, и, следовательно, уменьшает расход энергии. Это изменение обычно контролируется датчиками давления, температуры, расхода и CO₂. ЧПП очень эффективны и широко применяются во многих странах. Как пример, применение ЧПП, для вентиляторов напольных блоков конденсатора центральной системы охлаждения может:

- снизить количество энергии, потребляемой компрессорами;
- значительно уменьшить энергопотребление вентиляторными электродвигателями;
- увеличить ресурс вентилятора;
- уменьшить шум;
- поддержать функцию плавающего конденсирующего давления.



Рисунок 12 – Преобразователи частоты

2.3.б Применение рекуперации тепла для централизованных механических приточно - вытяжных систем вентиляции

Рекуперация тепла - это процесс извлечения тепла из воздуха, который выводится из здания через выходную вентиляцию, и после этого введение этого тепла назад в воздух через входную вентиляцию. Это снижает энергопотребление на обогрев помещения, за счет дополнительного (промежуточного) нагрева воздуха в рекуператоре. Рекуператор представляет собой устройство теплопередачи, посредством которого холодный воздух нагревается более теплым выхлопом. Передача тепла происходит через пластины теплообменника, где два объема воздуха не смешиваются.



Рисунок 13 - Блок рекуперации тепла для механической приточно - вытяжной вентиляции

2.3.с Применение системы охлаждения с переменным расходом

Современные системы охлаждения с переменным расходом теплоносителя (способность системы охлаждения изменять потребность в охлаждении во время ее работы) широко применяются в общественных зданиях, где централизованная система кондиционирования включает в себя типовые агрегаты обработки воздуха, а также фанкойлы и другие приборы. Гидравлическая структура системы охлаждения здания разделена на первичный и вторичный контуры. Охладитель (источник холодной энергии) соединен с первичной цепью, пока катушки вентилятора и блоки кондиционирования воздуха прикреплены во вторичный контур. Несколько циркуляционных насосов и отключающих и балансировочных клапанов также являются частью гидравлической системы. Традиционный подход в проектировании и

эксплуатации систем охлаждения основан на системах с постоянным расходом теплоносителя. Это означает, что теплоноситель непрерывно подается из источника по трубопроводам, которые распределяют его по потребляющим устройствам. Такой традиционный подход не является энергоэффективным поскольку требует постоянного потребления электроэнергии. Применение новых систем с переменным расходом теплоносителя позволяет реализовать технические решения, направленные на уменьшение объема потребляемой охлаждающей воды в зависимости от потребностей конечных пользователей. Таким образом, значительно снижаются эксплуатационные затраты на перекачку теплоносителя в системе холодоснабжения с последующей возможностью изменения выработки охладителя энергетической установкой. Использование циркуляционных насосов с переменным расходом во вторичном гидравлическом контуре позволяет снизить энергопотребление насосных групп.

2.4 Энергоэффективные приборы (маркировка ЭЭ)

Применение маркировки энергоэффективных электроприборов является одной из мер по снижению внутреннего потребления электроэнергии на уровне потребителя. Каждый тип здания включает в себя множество бытового или офисного оборудования, такого как копировальные аппараты, принтеры, компьютеры, чайники, холодильники, морозильники, стиральные машины, посудомоечные машины, электроплиты и т.д. Бытовая техника потребляет значительную долю бытовой электроэнергии.

Использование бытовой техники с классом энергоэффективности А является эффективным способом снижения энергопотребления, а также способствует снижению экологического следа зданий. В связи с этим электроприборы могут быть сертифицированы в соответствии со стандартами ISO 9001 и ISO 14001, которые указывают на то, что не использовались опасные вещества, наносящие вред природе. Большая часть крупногабаритных бытовых приборов должна быть сертифицирована и правильно маркирована в соответствии с Европейским классом энергоэффективности (от G до A+++). Класс энергоэффективности должен быть отражен на специальной этикетке, нанесенной на электроприбор, как показано на **Error! Reference source not found.14**.

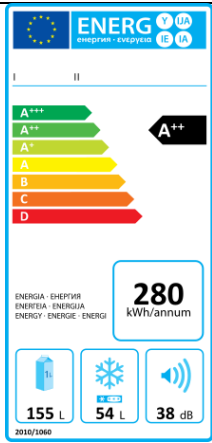
<p>Бытовая техника класса энергоэффективности А и выше позволяет значительно снизить энергопотребление. Этикетки обычно содержат следующую информацию:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Название, модель, производитель; • Класс энергоэффективности: цветовой код с буквенным обозначением (от А до G), который отражает уровень потребления энергии; • Уровень годового потребления энергии; • Дополнительная информация о типе устройства, например, внутренний объем холодильника в литрах, максимальная скорость вращения стиральных машин и т.д.; • Уровень шума, выраженный в децибелах. 	 <p>The image shows a standard European Energy Label for a refrigerator. At the top, it features the 'ENERGY' logo with icons for energy efficiency, water, and noise. Below this is a scale of energy efficiency classes from A+++ (green) to D (red). The label indicates a class of A++ with a black arrow pointing to the A++ bar. The annual energy consumption is listed as 280 kWh/annum. At the bottom, there are three icons: a refrigerator icon with '155 L', a freezer icon with '54 L', and a speaker icon with '38 dB'. The date '2010/2000' is printed at the very bottom.</p>
--	--

Рисунок 14 - Маркировка энергоэффективности

2.5 Модернизация существующей системы освещения здания

Модернизация существующей системы освещения жилых зданий состоит в замене ламп накаливания энергосберегающими лампами или модулями. В многоквартирных жилых и

муниципальных общественных зданиях обычно используются либо лампы накаливания, либо люминесцентные лампы, а в некоторых случаях и светодиоды (смотрите **Error! Reference source not found.**15). Однако, существуют различные возможности для оптимизации систем освещения, например, в общественных местах (таких как лестничные клетки, общие прачечные, подвалы, чердаки и т. д.) зданий, например:

- замена устаревших неэффективных ламп;
- установка систем управления освещением с датчиками;
- сопутствующие меры.

Энергосберегающие лампы характеризуются более низким энергопотреблением и более длинным сроком службы. В то же время эти лампы не требуют дополнительных эксплуатационных расходов и технического обслуживания. Замена ламп может осуществляться как индивидуально (установка энергосберегающих осветительных приборов жителями в своих домах), так и владельцами зданий (установка энергосберегающих ламп и модулей в общественных местах, таких как лестницы, входные тамбуры, наружные системы освещения).

Существует множество типов осветительных приборов для внутренних систем освещения зданий с различными классами защиты от проникновения солнечного излучения. Наиболее эффективным и в то же время простым и доступным решением является замена существующих устаревших ламп на энергосберегающие. В настоящее время наиболее распространенные светодиодные или компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) оснащенные датчиками движения. Существуют также различные типы осветительных приборов со встроенными устройствами, обеспечивающими аварийное освещение в случае отключения электроэнергии.

Датчики движения и термочувствительные приборы могут распознавать отсутствие/присутствие людей и включать/выключать свет по мере необходимости. Датчики рассеянного света могут сделать то же самое, переключая свет в присутствии или отсутствии достаточного рассеянного света. Эти виды управления могут также включать автоматическое затемнение, а также планировщик включения. Экономическая привлекательность сенсорного управления освещением зависит от таких факторов, как время работы, поведение жильцов, цены на электроэнергию и т.д.

Для повышения энергоэффективности зданий целесообразно внедрить систему управления освещением, которая предпочтительно автоматизирована или включает в себя установку диммеров (снижение люминесценции осветительных приборов). Также возможна регулировка системы освещения в соответствии с восходом и заходом солнца.

В дополнение к обеспечению лучшего освещения, могут быть также реализованы следующие меры для повышения эффективности потребления энергии для освещения зданий:

- поддерживать чистоту плафонов;
- не занавешивать и заставлять окна;
- использовать бледные цвета стен (которые лучше отражают свет);
- устанавливать модули освещения только на потолок, но не на стены, так как это приводит к тому, что освещение теряет свою мощность.



Рисунок 15 - Светодиодные лампы

РАЗДЕЛ 3 – Текущее внедрение энергоэффективных технологий - анализ данных и оценка

В мире был достигнут значительный прогресс в повышении энергоэффективности в зданиях, чему в первую очередь способствовали три типа инструментов государственной политики: нормативные требования (такие, как строительные стандарты), финансовые стимулы (скидки, кредиты по сниженным ставкам, налоговые льготы) и информационные кампании. В Европейском Союзе директивы сыграли ключевую роль в содействии повышению энергоэффективности в строительном секторе, фактически “приоритезация энергоэффективности” является ключевым элементом директив ЕС. Однако, несмотря на эти усилия, энергоэффективность в зданиях улучшается лишь постепенно и в несвязанных между собой фрагментах.

В поисках расхождений между тем, какие технологии имеются на рынке, и тем, что используется странами, с целью выявления показательных различий, извлеченных уроков и передовой практики были проанализированы данные, полученные от государств-членов ЕЭК ООН. Конечная цель настоящего исследования заключается в понимании и разъяснении нынешних тенденций и моделей в области энергоэффективности зданий в регионе ЕЭК ООН. В настоящей главе представлен анализ данных по основным классификациям технологий энергоэффективности, подробно описанным в Разделе 2, по странам ЕЭК ООН. Результаты представлены в двух разрезах: субрегионы А, В и D (государства-члены ЕС, в т.ч. после расширения, и Северная Америка), за которыми следуют субрегионы С, Е и F (Восточная Европа, Кавказ, Центральная Азия, Российская Федерация, Юго-Восточная Европа и Турция).

В данном разделе технологический микс решений, внедренных в странах, визуально представлен на рисунках 16–30. На этих рисунках каждый цветной отрезок в столбце показывает средний балл для определенной технологии в целом по стране для всех типов зданий. Каждая гистограмма отображает данные для указанного субрегиона, для нового строительства или существующих зданий.

Субрегионы А, В и D

Ограждающие конструкции здания: теплоизоляция и остекление

Строгое соблюдение директивы ЕС 2018/844 от 30 мая 2018 года, вносящей изменения в директивы 2010/31/EU по энергоэффективности зданий и 2012/27/EU по содействию внедрению энергоэффективности в зданиях, значительно повлияло на применение технологий энергоэффективности в зданиях. Эти директивы имеют далеко идущие последствия, одним из которых является то, что большинство стран субрегионов А и В активно устанавливают изоляцию зданий и окна с высокими показателями энергоэффективности. Кроме того, сертификаты энергоэффективности создают реальную экономическую ценность для собственников зданий. Одно исследование (ССС, 2016) показало, что резиденции в Нидерландах с рейтингами А, В или С генерируют премию в размере почти 4%. В Ирландии, дома с рейтингами А и В продемонстрировали наличие премии на 9% и 5% больше, чем дома с рейтингом D соответственно; рынок присваивает скидку более 10% для домов с рейтингами F и G. Таким образом, владельцы зданий могут получать прибыль от инвестиций в энергоэффективность как за счет снижения энергопотребления, так и за счет увеличения экономической ренты. На Рисунок 1 и Рисунок показано сочетание технологий ограждающих конструкций как для новых, так и для существующих зданий в разбивке по странам субрегиона А.

Ещё один весомый фактор, оказывающий влияние на весь Европейский Союз - это требование к новому строительству учитывать стандарт зданий с нулевым энергобалансом (от англ. *Nearly zero-energy building (NZEB)*). NZEB разработаны как высокоэффективные здания, использующие возобновляемые источники для производства того небольшого объема энергии, который они потребляют. В субрегионе А Бельгия и Германия сделали еще один шаг вперед в применении стандарта NZEB и внедряют стандарт *Passivhaus* как для новых, так и для существующих зданий. Этот стандарт имеет более строгие требования к потреблению энергии для нагревания/охлаждения помещений, герметичности, и производству энергии.

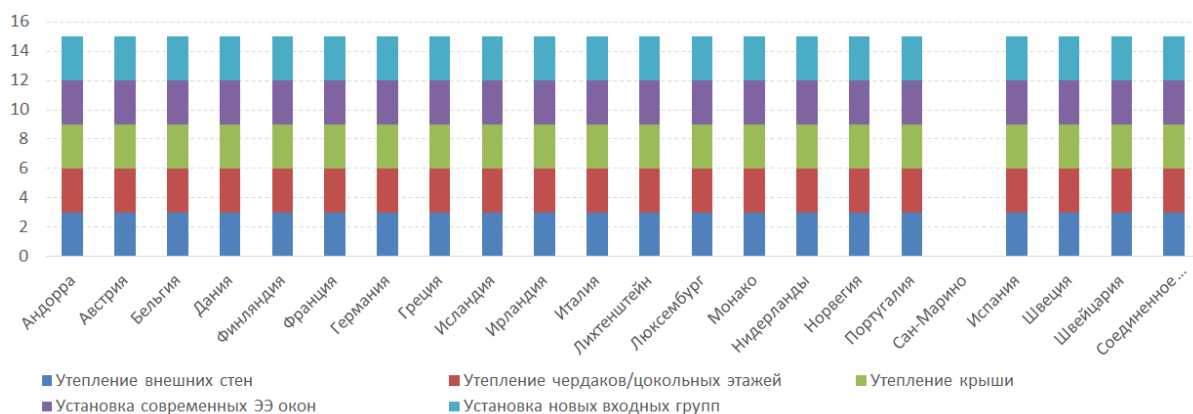


Рисунок 16 - Технологии ограждающих конструкций в новом строительстве в субрегионе А.

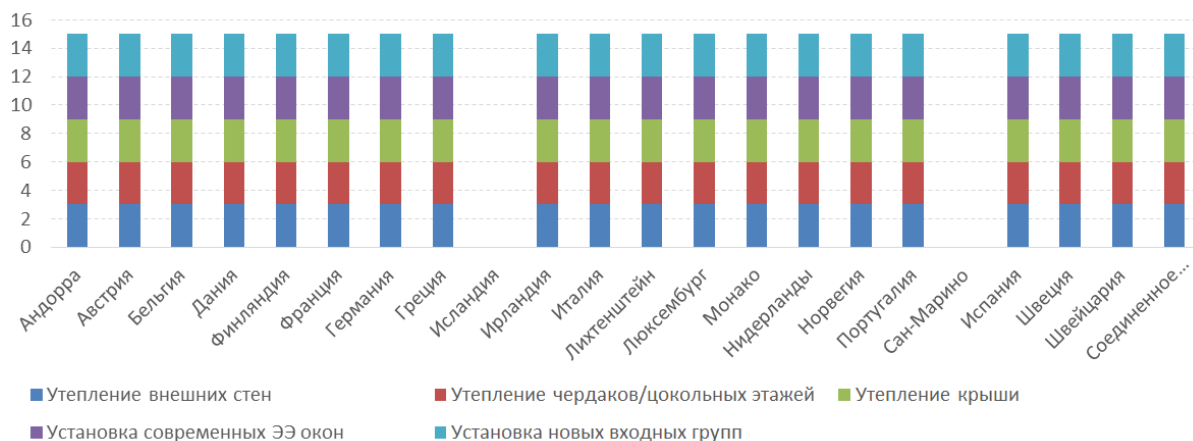


Рисунок 17 - Технологии ограждающих конструкций в модернизируемых зданиях в субрегионе А.

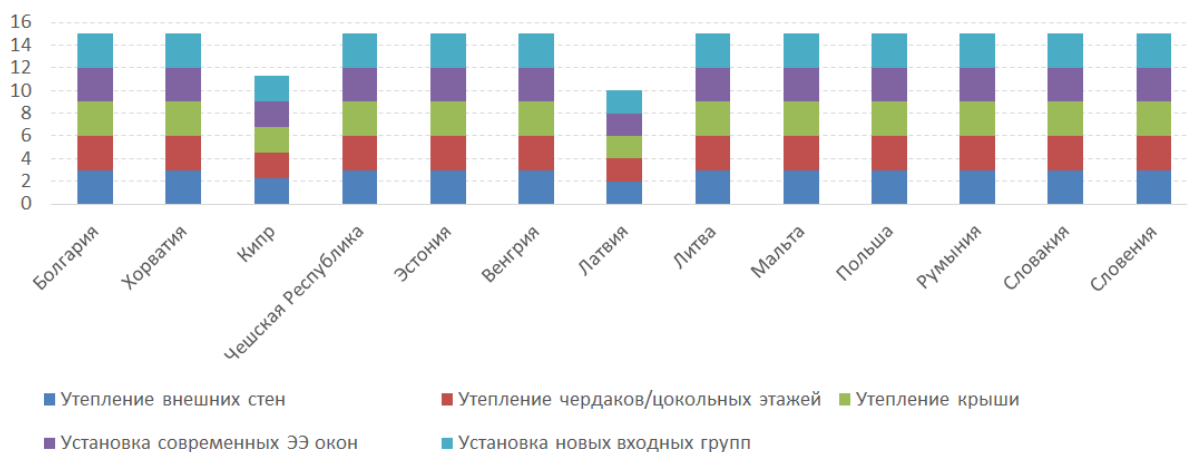


Рисунок 18 - Технологии ограждающих конструкций в новом строительстве в субрегионе В.

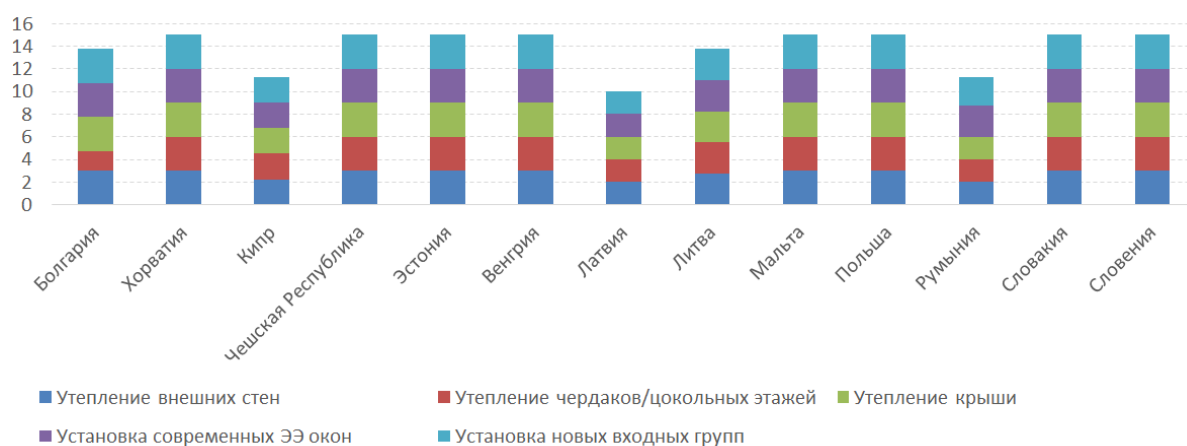


Рисунок 19 – Технологии ограждающих конструкций при модернизации зданий в субрегионе В.

В субрегионе В почти все страны добились наибольшего прогресса в сфере внедрения эффективных систем ограждающих конструкций зданий как при модернизации, так и при новом строительстве, за исключением Латвии. Некоторые страны, такие, как Румыния, приняли решительные меры поддержки путем предоставления субсидий и налоговых льгот. С 2010 года тепловая модернизация жилых зданий финансировалась за счет банковских кредитов, которые были гарантированы румынским правительством (финансирование со стороны государства, местных органов власти и владельцев); это включает в себя совершенствование ограждающих конструкций и замену систем отопления для домохозяйств с низким доходом, а также эффективную практику аудита. Тем не менее, темпы реконструкции существующих зданий значительно отстают, за исключением коммерческих зданий. Аналогичным образом, данные по Болгарии и Кипру свидетельствуют о меньшей степени внедрения технологий энергоэффективности зданий в коммерческих и общественных зданиях; Литва относительно отстает в осуществлении мер по модернизации зданий в частном секторе. Другие страны субрегиона В, такие, как Венгрия, Кипр, Мальта, Польша, Румыния, Словакия, Словения, Хорватия, Чешская Республика, Эстония, добились удивительно быстрого и активного проникновения NZEB в существующий национальный строительный фонд. Данные для субрегиона В представлены на Рисунок 18 и Рисунок 19.

В субрегионе D как Соединенные Штаты, так и Канада применили широкий спектр строительных стандартов – на федеральном уровне, уровне штатов и местном уровне – которые

устанавливают минимальные требования к энергоэффективности для ограждающих конструкций зданий. Многие штаты в Америке имеют кодексы, регулирующие реконструкцию зданий. Анализ соответствующих строительных стандартов (PNNL,2016) в США, проведенный Pacific Northwest National Laboratory, показал, что частные дома и коммерческие здания сэкономят более 125 миллиардов долларов в период между 2012 и 2040 годами, что соответствует 841 миллиону тонн предотвращенных выбросов CO₂. Подобно стандарту NZEB в Европейском Союзе, Совет по экологическому строительству США представил программу сертификации рейтинга зданий LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). LEED теперь является наиболее широко используемой зеленой системой рейтинга зданий в мире; аттестация LEED демонстрирует, что здание соответствует строгим требованиям энергопотребления.

Анализ данных подтверждает предыдущий анализ внедрения технологий ограждающих конструкций зданий в субрегионах А, В и D. В частности, данные подтверждают идею о том, что наибольший прогресс в технологическом внедрении был достигнут в технологиях изоляции зданий. Существует тесная взаимосвязь между уровнем внедрения и соблюдением строительных норм. В Таблица , выдержка из (ЕЭК ООН 2018, стр. 62) обобщает оценку распространенности энергоэффективных технологий ограждающих конструкций зданий.

Таблица 3 - Оценка насыщенности рынка строительных ограждающих материалов

Страны	Двойные стекла с низкой эмиссией	Оконные пленки	Приложения к окну (например, шторы, затенение, защитные панели)	Сильно изолирующие окна (например, с тройным застеклением)	Стандартная изоляция	Внешняя изоляция	Воздушная герметизация
Субрегион А – Европейский Союз (EU15), Норвегия и Швейцария	Развитый рынок	Устоявшийся рынок	Развитый рынок	Устоявшийся рынок	Развитый рынок	Развитый рынок	Развитый рынок
Субрегион В – расширение Европейского Союза (EU13)	Развитый рынок	Устоявшийся рынок	Развитый рынок	Устоявшийся рынок	Развитый рынок	Развитый рынок	Устоявшийся рынок
Субрегион D – Северная Америка	Развитый рынок	Устоявшийся рынок	Устоявшийся рынок	Начальный рынок	Развитый рынок	Развитый рынок	Устоявшийся рынок

Источник: Сравнительный обзор стандартов и технологий энергоэффективности зданий в регионе ЕЭК ООН (стр. 62).

Отопление помещений, кондиционирование воздуха, нагревание и охлаждение воды

На Рисунок показано визуальное представление решений в области отопления для новых зданий для всех стран субрегиона А. Для каждой страны оценка была усреднена по всем четырем типам зданий (многоквартирный дом, частный дом, коммерческое здание, общественное здание) для каждого типа технологии. Франция располагает самым разнообразным сочетанием решений в области отопления в субрегионе А, за которой следуют Испания и Ирландия. Ирландия является единственной страной в регионе, использующей уголь как в новых, так и в существующих зданиях. За исключением Греции, Италии, Люксембурга и

Португалии, все остальные страны субрегиона А продемонстрировали улучшения в разработке решений централизованного отопления помещений. Бельгия, Финляндия, Франция, Ирландия, Испания и Швейцария внедрились различные типы возобновляемой энергии для обогрева помещений (энергия из биомассы, солнечная энергия и тепловые насосы). Великобритания, Норвегия, Италия и Исландия имеют более высокую долю рынка в тепловых насосах и котлах, работающих на биомассе. Данные показывают, что Германия использует солнечную энергию для обогрева помещений. Никаких свидетельств существенного внедрения этих технологий в Андорре выявлено не было.

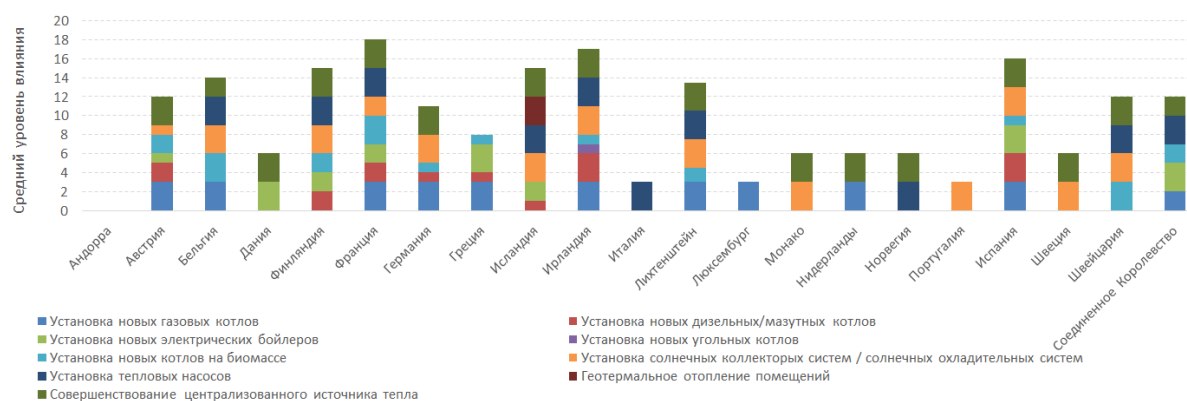


Рисунок 20 - Технологии обогрева помещений при новом строительстве в субрегионе А.

Гистограмма на **Error! Reference source not found.** наглядно показывает сочетание новых строительных отопительных решений в субрегионе В. Словения лидирует в адаптации большинства энергоэффективных технологий в области отопления помещений, используя котлы на биомассе, солнечные батареи и тепловые насосы в своем технологическом комплексе для новых и существующих зданий – как Кипр, Мальта, Польша и Словакия. Латвия и Венгрия имеют большую долю газовых котлов, хотя Венгрия дополнительно поддерживает адаптацию тепловых насосов для отопления помещений.

Хорватия и Мальта имеют разнообразное сочетание технологий отопления помещений и используют дизельные и масляные котлы в новых и существующих зданиях. Чешская Республика является единственной страной в регионе, которая по-прежнему применяет угольные котлы в новых и существующих зданиях. Данные по Румынии, Латвии и Эстонии не показывают присутствия на рынке систем центрального отопления в строительном секторе. **Error! Reference source not found.** обобщает эту информацию в визуальную форму для субрегиона В.

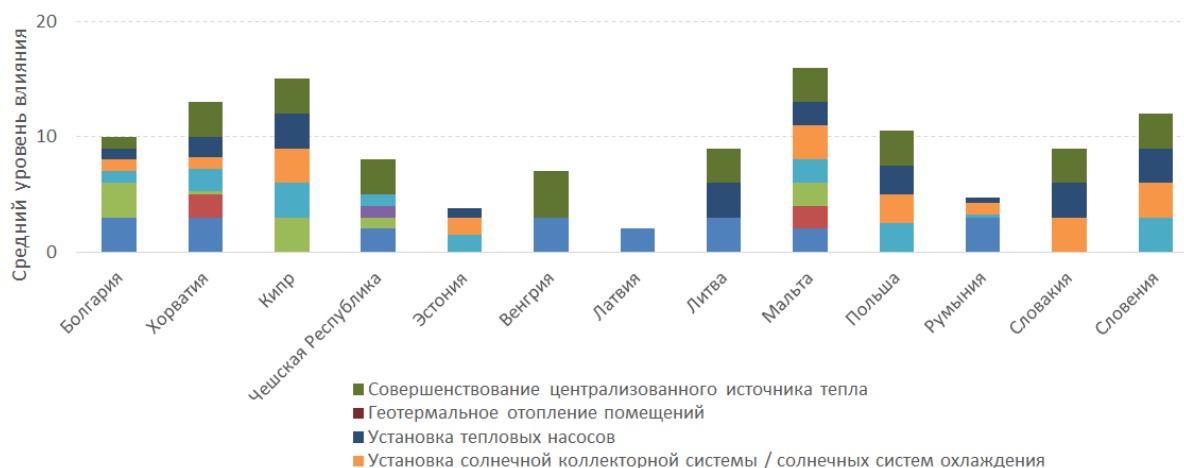


Рисунок 21 - Технологии обогрева помещений при новом строительстве в субрегионе В.

Интересно отметить, что Канада в субрегионе D располагает самыми разнообразными технологиями, используемыми для обогрева помещений, включая уголь, за исключением того, что геотермальная энергия не используется. Это четко видно на листе Канады в приложении. Действительно, только Исландия в регионе ЕЭК ООН использует геотермальную энергию для отопления. С другой стороны, Соединенные Штаты, как правило, полагаются главным образом на децентрализованное отопление и демонстрируют низкую адаптацию систем центрального отопления.

Кондиционирование воздуха, вентиляция и охлаждение

После ограждающих конструкций здания второй наиболее развитой технологией в области повышения энергоэффективности здания являются подсистемы, отвечающие за вентиляцию, отопление/охлаждение помещений и нагрев/охлаждение воды. В 2016 году Европейская комиссия опубликовала свой первый план (ЕС, 2016), направленный на решение проблемы огромного количества энергии, используемой для отопления и охлаждения в зданиях, чтобы удовлетворить этот спрос на энергию и увеличить возобновляемые источники энергии, существенно снизить затраты на энергию и сократить вредные выбросы CO₂. Одна из основных стратегий плана заключается в улучшении интеграции энергосистемы с системами централизованного теплоснабжения и охлаждения, с тем чтобы возобновляемые источники энергии коммунального масштаба могли заменить производство ископаемого топлива для централизованного теплоснабжения/охлаждения. На Рисунок и Рисунок показано сочетание технологий для новых зданий в субрегионах А и В. Очевидно, что есть существенные различия и пробелы даже между странами с аналогичным климатом.

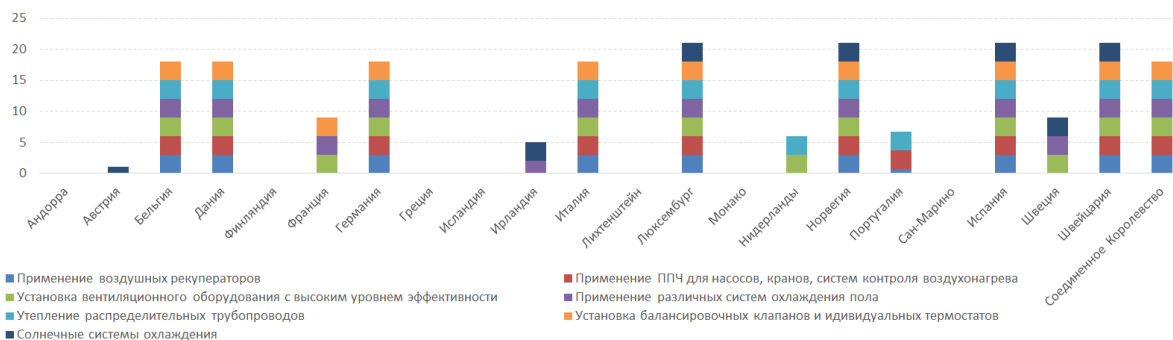


Рисунок 22 - Технологии вентиляции, кондиционирования и охлаждения при новом строительстве в субрегионе А.

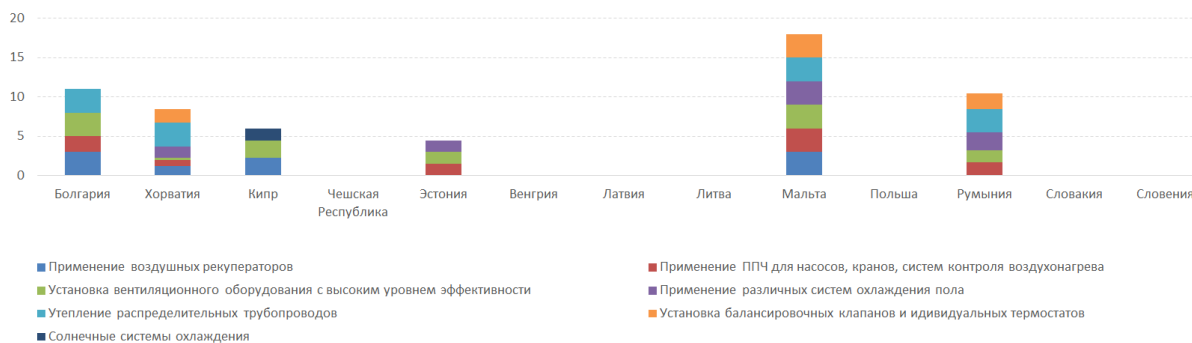


Рисунок 23 - Технологии вентиляции, кондиционирования и охлаждения при новом строительстве в субрегионе В

В последние годы был достигнут значительный прогресс в повышении эффективности оборудования для кондиционирования помещений. Для обогрева жилых зданий в регионе ЕЭК ООН используются различные виды топлива и технологии. Природный газ в основном используется для отопления, но впечатляющие достижения в технологиях энергоэффективности котлов, наряду с улучшением дизайна вентиляционных заслонок и систем вентиляции и кондиционирования, приводят к разработке технологических решений, которые могут значительно способствовать экономии энергии для жилых и коммерческих зданий. Системы распределения и управления часто являются упущенной возможностью для повышения эффективности систем кондиционирования помещений. Например, дырявые воздуховоды могут привести к значительным потерям энергии, что говорит о необходимости уделять больше внимания таким простым деталям. Существующие модернизации зданий повышают эффективность уже существующих систем отопления помещений и, как правило, ограничиваются простыми мерами по техническому обслуживанию, такими как замена фильтров, смазка двигателей и очистка горелок.

Одной из стратегий, используемых в Швеции (субрегион А) для повышения эффективности кондиционирования помещений, является связь систем централизованного теплоснабжения с промышленными предприятиями. В некоторых частях Швеции (SSB, 2011) значительная доля (до 90%) многоквартирных жилых домов подключена к централизованному теплоснабжению, использующему тепло близлежащих промышленных предприятий и мусоросжигательных заводов. Это не только снижает потребление энергии для обогрева помещений, но и снижает температуру промышленных отходов. Другим полезным примером является Финляндия (субрегион А) - одна из ведущих стран мира по использованию когенерации (совместной выработки тепла и энергии). Более 30% электроэнергии в стране вырабатывается совместно с подачей централизованного тепла. Почти половина населения проживает в домах, обогреваемых централизованным отоплением.

В трех субрегионах А, В и D достигнут значительный прогресс в деле внедрения энергоэффективных технологий отопления и охлаждения. Рынок и законодательные органы стимулируют освоение технологий в зданиях; это показано в Таблица .

Таблица 4 – Оценка насыщенности рынка отопительными, охлаждающими и другими технологиями энергоэффективности.

Страны	Конденсационные котлы	Котлы на биомассе (древесная щепа и пеллеты)	Пеллетные печи	Тепловые насосы	Солнечные тепловые системы	Фотоэлектрические PV системы	Другое
Субрегион А – Европейский Союз (EU15), Норвегия и Швейцария							
Франция	X	X	X	X	X	X	
Германия	X	X	X	X	X	X	
Италия	X	X	X	X	X	X	
Португалия	X	X	X	X	X	X	Когенерация, тригенерация, централизованное отопление и охлаждение
Швейцария	X	X	X	X	X	X	
Испания	X	X	X	X	X	X	
Соединенное Королевство	X	X	X	X	X	X	
Субрегион В – расширение Европейского Союза (EU13)							
Болгария	X	X	X	X	X	X	
Хорватия	X	X	X	X	X	X	
Чешская Республика	X	X	X	X	X	X	Принудительная вентиляция с рекуперацией тепла, рекуперация тепла
Словакия	X	X	X	X	X	X	Совмещение тепла и энергии
Субрегион D – Северная Америка							

Страны	Конденсационные котлы	Котлы на биомассе (древесная щепа и пеллеты)	Пеллетные печи	Тепловые насосы	Солнечные тепловые системы	Фотоэлектрические PV системы	Другое
Канада	X	X	X	X	X	X	
Соединенные Штаты Америки	X	X	X	X	X	X	

Источник: Сравнительный обзор стандартов и технологий энергоэффективности в зданиях в регионе ЕЭК ООН (стр. 65).

Бытовые приборы

На протяжении всего срока службы здания заменяется и модернизируется такое оборудование, как бытовая техника, освещение и электроника. Каждый раз, когда это происходит, это возможность максимально повысить эффективность. Такие возможности модернизации встречаются гораздо чаще, чем крупные доработки — техника заменяется несколько раз за время эксплуатации здания, электроника и освещение — еще чаще. Каждое решение о замене имеет меньшее энергетическое воздействие, чем модернизация, однако совокупное воздействие имеет почти сопоставимое значение. Основным инструментом, используемым законодателями для поощрения повышения энергоэффективности как бытовых, так и офисных приборов, является маркировка, хотя некоторые правительства осуществляют программы денежных скидок.

В США американский закон О восстановлении и реинвестировании (DOE, 2015) привел к беспрецедентному количеству энергоэффективной бытовой техники. Другие страны с аналогичными программами: Канада, Дания и Германия. Государства-члены ЕС связаны Директивой ЕС по энергетической маркировке 2010 года (2010/30/EU) и ранее упомянутой

В целом, цели повышения энергоэффективности бытовых приборов, вероятно, уже достигнуты; крупная бытовая техника, такая как холодильники, морозильники и стиральные машины, значительно более эффективны, чем их аналоги 1990-х годов.

директивой по экодизайну. Эти директивы требуют, чтобы бытовые приборы соответствовали минимальным стандартам энергоэффективности и имели энергетическую маркировку, классифицирующую ожидаемое потребление энергии (аналогично добровольной программе Energy Star, введенной Агентством по

охране окружающей среды США). Однако для получения максимального эффекта от программ маркировки бытовой техники требуется содействие со стороны государств-членов ЕС; пример Латвии является поучительным. Латвия не смогла реализовать ожидаемое повышение энергоэффективности за счет бытовых приборов, поскольку продвижение маркированной продукции было недостаточным.

Вторая проблема с маркировкой - это строгость требований к эффективности — особенно когда минимальные требования равны или очень близки к среднерыночным значениям. Для стимулирования рыночных изменений и повышения энергоэффективности необходимы более строгие правила, стимулирующие технологические инновации.

Освещение

Энергоэффективность освещения зданий может быть повышена за счет применения трех основных видов технологических решений:

- применение архитектурных решений с использованием дневного освещения
- установка датчиков и элементов управления внутреннего и наружного освещения
- установка новейших лампочек (флуоресцентных и светодиодных)

Законодатели в основном используют правовые ограничения, такие как строительные кодексы и технологические стандарты, а также информационные программы для повышения энергоэффективности освещения. Многие страны отказались от неэффективных технологий освещения, ужесточив стандарты эффективности. Строительные кодексы также устанавливают требования к светильникам и системам управления для повышения эффективности. В то время как усовершенствованные стандарты имеют большой эффект, они в основном влияют на новое строительство (а здания, подвергающиеся глубокой модернизации, в меньшей степени). Например, архитектурные решения с использованием дневного освещения, которые включают в себя проектирование здания для максимального использования солнечного света для внутреннего освещения, очевидно, в основном могут быть применены к новым конструкциям. Законодательные органы Финляндии, Дании, Монако и Норвегии (субрегион А) эффективно поощряют использование этой технологии как в новых, так и в существующих зданиях. На Рисунок 24 представлены данные о технологиях освещения в новых зданиях для субрегиона А. Он умеренно распространен в Австрии, но только для общественных зданий. В субрегионе В только Эстония и Кипр широко используют дневное освещение, а Эстония также уделяет основное внимание общественным и коммерческим зданиям. В дополнение к уменьшению потребления энергии, задокументированы социальные преимущества использования естественного освещения.

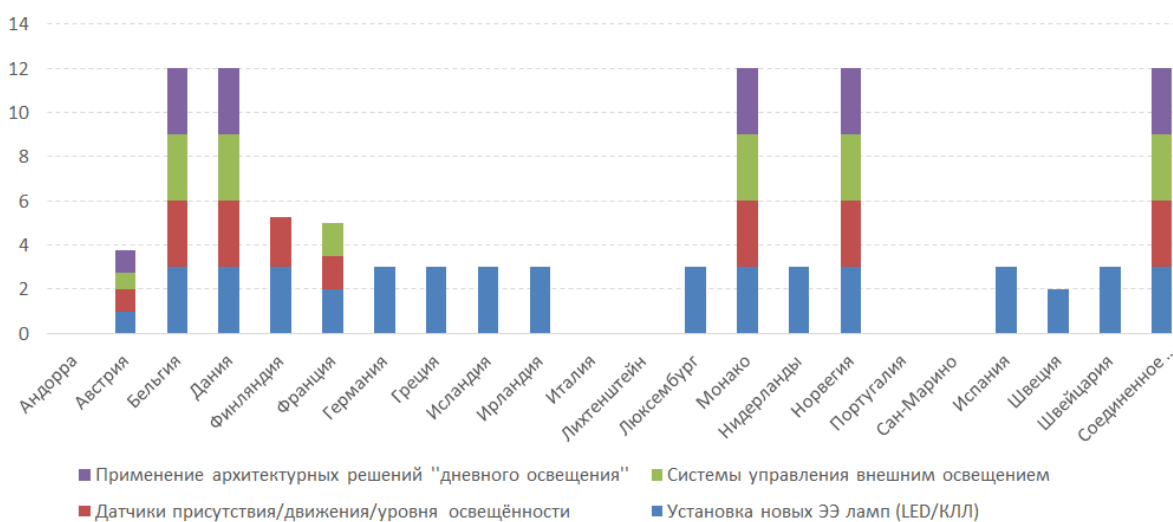


Рисунок 24 - Осветительные технологии при новом строительстве в субрегионе А.

В 2013 году по инициативе министра охраны окружающей среды Дельфин Бато все нежилые здания во Франции были вынуждены выключить свет в ночное время, чтобы уменьшить как загрязнение, так и потребление энергии. Внутреннее освещение, видимое снаружи, должно быть выключено в 01:00 час или через час после закрытия (в зависимости от того, что наступит раньше) и может быть включено только после 07:00 часов или за час до открытия (в зависимости от того, что наступит раньше). Наружное освещение фасадов зданий (магазины, памятники, школы, мэрии и т. д.) может быть включено только в период между закатом и 01:00. Сенсорные системы управления обладают потенциалом для поддержки и реализации подобных инициатив.

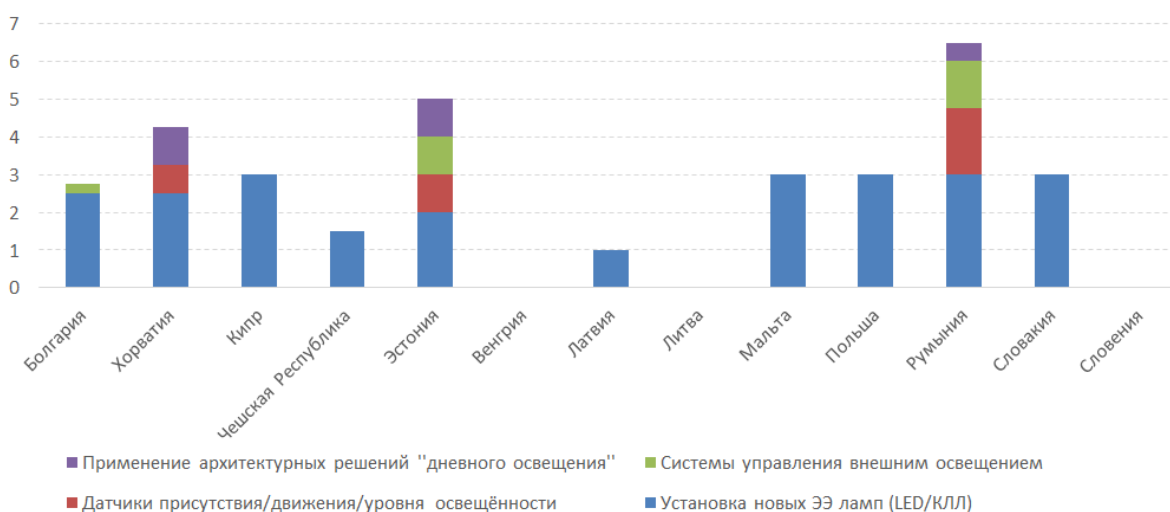


Рисунок 25 - Осветительные технологии при новом строительстве в субрегионе В.

Датчики и элементы управления освещением - это технологии, которые могут оказывать огромное влияние на потребление энергии для освещения – как внутреннего, так и внешнего - обеспечивая использование света только при необходимости. Экономическая привлекательность сенсорного управления освещением зависит от таких факторов, как время работы, поведение жильцов, цены на электроэнергию и т.д. Практически невыносимо, чтобы соответствующее применение световых датчиков и технологий управления не могло снизить энергопотребление и окупиться. Несмотря на непропорционально большое влияние на снижение энергопотребления здания, сенсорные системы управления освещением широко не используются. Только Кипр и Эстония в субрегионе В используют эту технологию в умеренных и значительных масштабах, как это видно на Рисунок . Эта технология широко распространена менее, чем в половине стран субрегиона А. Таким образом, очевидно, что для поощрения ее внедрения необходима государственная политика и информационные кампании.

Самая простая, перспективная и распространенная технология снижения потребления энергии освещения - энергосберегающие лампочки. Компактные флуоресцентные лампы и светоизлучающие диоды (LED) превосходят как лампы накаливания, так и к галогенным лампам. Новые энергоэффективные электрические лампочки можно использовать и в новых и существующих зданиях, резиденциях, жилых и коммерческих зданиях.

Соединенные Штаты начали поэтапную ликвидацию ламп накаливания в 2007 году, а канадское правительство начало запрещать их в 2014 году. В 2009 году Европейский Союз проголосовал за их запрет, который вступил в силу в сентябре 2018 года. Ожидается, что запрет на лампы накаливания в ЕС сократит годовое потребление энергии на 9,4 ТВтч - эквивалент потребления электроэнергии Португалией в течение 5 лет. Эта экономия соответствует сокращению выбросов CO₂ на 3,4 млн. тонн в год, а также значительному сокращению отходов. Однако простого запрета ламп накаливания недостаточно, как это видели некоторые из первых последователей.

Как и ожидалось, в государствах-членах ООН, которые проводили соответствующую политику раньше, таких как Дания и Соединенное Королевство, произошло резкое сокращение продаж ламп накаливания. Однако большая часть этой доли рынка была непреднамеренно перенесена на галогенные лампы. Галогенные лампы ненамного более эффективны, поэтому не был реализован полный потенциал энергосбережения, который мог быть достигнут при переходе к флуоресцентным лампам или LED; присутствует небольшой признак того, что LED значительно проникли на национальные рынки освещения.

В субрегионе А большинство стран полагаются исключительно на энергоэффективную замену ламп для сокращения потребления энергии на освещение – например Германия, Испания и Швейцария. Несколько стран гораздо более диверсифицированы, инвестируя в усилия по использованию всех трех типов технологических решений. Дания, Монако и Норвегия являются примером такой стратегии диверсификации. В субрегионе В Эстония диверсифицирует свои усилия в области нового строительства, а Кипр сосредоточивает свои усилия на модернизации.

Интеллектуальные системы и решения

Существует несколько типов энергоэффективных технологий, которые могут повлиять на несколько подсистем здания. Хорошим примером технологии, которая позволяет увеличить энергоэффективность в нескольких различных подсистемах здания является интеллектуальный учет и интеллектуальные системы здания. Фактически, одна из основных целей директив ЕС по энергоэффективности заключается в поощрении использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и "умных" технологий для обеспечения эффективной эксплуатации зданий. Правительства Дании, Италии, Соединенного Королевства и Швейцарии в субрегионе А и Эстонии, Литвы и Мальты в субрегионе В проводят политику в области энергоэффективности, поощряющую применение таких "умных" систем. На самом деле, почти 100% зданий, в Финляндии, Италии и Швеции уже оснащены интеллектуальными счетчиками.

Правительство Соединенного Королевства стремится к тому, чтобы к концу 2020 года каждому дому и малому бизнесу в стране был предложен интеллектуальный счетчик. Программа интеллектуального учета (DBEIS, 2018) направлена на внедрение более 50 миллионов смарт-счетчиков (газ и электричество) для всех домохозяйств и умные / продвинутые счетчики для нежилых зданий в Великобритании - около 30 млн. помещений. Программа интеллектуального учета в настоящее время находится на основной стадии внедрения, и в настоящее время более 11 миллионов интеллектуальных и продвинутых счетчиков работают в британских домах и на предприятиях.

В Соединенных Штатах Америки широко используются облачные системы управления и регулирования энергопотребления, поскольку они устраняют необходимость в персонале на местах, обладающем опытом обслуживания энергетических систем зданий. Использование сторонней фирмы для мониторинга здания, например, проверка климатического оборудования или установка графиков освещения, может быть экономически эффективным способом снижения потребления энергии. Однако для

офисного здания разделение стимулов может препятствовать приобретению владельцем здания облачной системы управления, когда арендаторы несут ответственность за потребление энергии. Тем не менее, для офисных зданий, в которых владелец несет ответственность за оплату счета за электроэнергию и поддержание первичных энергоемких систем здания, существует более экономический стимул инвестировать в такую технологию. Это говорит о том, что самым высоким барьером при внедрении технологий интеллектуальных систем учета и контроля в зданиях являются необходимые капитальные затраты, которые, по мнению большинства стран, являются ключевым вопросом.

Субрегионы С, Е и F

Ограждающие конструкции здания: изоляция и остекление

Страны субрегионов С и частично Е имеют схожий постсоветский тип строительных конструкций. Большинство существующих жилых и общественных зданий были спроектированы и построены почти 30-50 лет назад. Политика и нормы 1970-х и 1980-х годов были более жесткими с точки зрения качества строительных материалов и уровня безопасности оболочки зданий, но с меньшим акцентом на требования к энергоэффективности, такие как изоляция и остекление. Однако в настоящее время существует большая потребность в программах модернизации для улучшения изоляции и остекления существующих зданий.

Армения является лидером среди всех стран региона ЕЭК ООН. В 2018 году в стране была внедрена директива ЕС по энергоэффективности зданий, которая была гармонизирована с местными строительными и проектными стандартами. Это привело к выполнению обязательных требований по энергоэффективности для всех типов зданий, а также улучшило внедрение технологий с важной ролью местных производителей теплоизоляционных материалов.

Большинство стран субрегионов С, Е и F обновили к 2018 году свои строительные кодексы для изоляции и остекления как в новых, так и в модернизируемых конструкциях. Большинство стран обязали устанавливать изоляцию и остекление еще на стадии проектирования. Требования к переоборудованию различны и в большинстве случаев требуют дополнительного внешнего финансирования и изменения процедур закупок для общественных и многоквартирных жилых домов. На

Рисунке 26 ниже представлен технологический микс для существующих зданий в субрегионах С, Е и F.

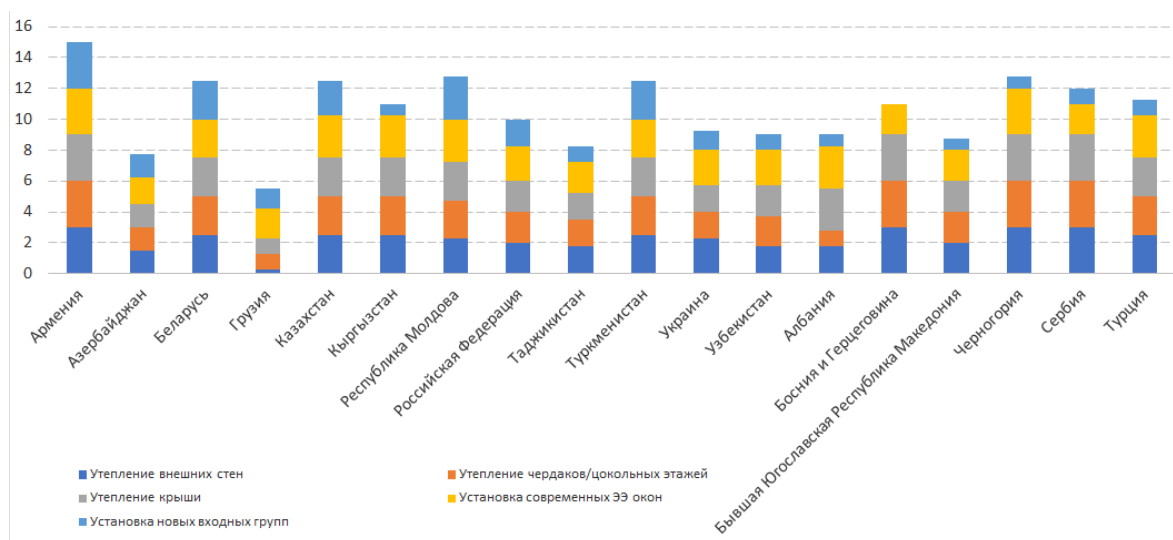


Рисунок 26 – Технологии при модернизации существующих зданий в субрегионах С, Е и F.

Практически во всех странах субрегиона С существует общий подход, предусматривающий применение типичных энергоэффективных мер, таких как современная изоляция и остекление, для модернизации и строительства новых многоквартирных жилых и общественных зданий. Эти требования отражены в законодательстве конкретных стран по энергоэффективности (или эквивалентном законодательстве). В большинстве случаев надлежащая изоляция и остекление

считаются мерой, имеющей долгосрочный срок окупаемости, особенно с учетом более низких цен на энергоносители, например в субрегионе С. Однако большинство стран понимают важность утепления и остекления для устойчивого развития зданий. Существуют различные механизмы поддержки для различных типов зданий. Для многоквартирных жилых и общественных зданий правительством предусмотрены механизмы стимулирования для устранения этого финансового разрыва (субсидированные кредиты, налоговые льготы, специализированные фонды энергоэффективности, где приоритетными мерами являются изоляция и остекление). Общественные здания обычно финансируются государством; региональные или муниципальные бюджеты имеют специальную внутреннюю политику или установленную норму, которая включает обязательное внедрение энергоэффективной изоляции и остекления как для новых конструкций, так и для модернизации. В Казахстане, Армении, Украине, Российской Федерации и некоторых других странах субрегиона С, Е и F существует требование о выполнении заранее определенного объема ежегодных проектов изоляции и остекления общественных и многоквартирных жилых зданий, которые включены в финансовый бюджет соответствующих департаментов (или муниципалитетов).

К коммерческим зданиям применимы менее конкретные обязательные требования к изоляции и остеклению в различных нормативных актах во всех странах субрегионов С, Е и F. В большинстве случаев это рыночный процесс, поддерживаемый владельцами предприятий. Анализ технологического микса для утепления существующих зданий показывает хороший уровень внедрения технологий утепления и остекления, за исключением обустройства новых входных дверей во всех странах, кроме Армении, Молдовы, Казахстана и Туркменистана. Этот вопрос может быть решен путем совершенствования местного законодательства и требований к государственным закупкам с целью сокращения энергетических и финансовых потерь. Это особенно актуально для стран субрегиона Е с более высокими ценами на энергоносители и стран субрегионов С и F с холодным климатом.

Частные дома характеризуются еще более низким уровнем применения энергоэффективного утепления и остекления. К 2018 году в результате проведения многочисленных кампаний по повышению осведомленности, поддерживаемых местными органами власти и международными организациями во всех странах субрегионов С, Е и F, произошел очевидный сдвиг в понимании потенциала сбережений отдельными домовладельцами. Например, в 2012 году Азиатским кредитным фондом в Казахстане и Кыргызстане были разработаны и внедрены специальные инструменты микрофинансирования для поддержки граждан сельских районов в повышении качества их жилья. В Узбекистане при поддержке правительства реализуются программы строительства новых стандартизированных энергоэффективных индивидуальных домов. Эти программы предусматривают субсидирование цен и ипотеку. Аналогичный подход реализуется и в Армении.

Отопление помещений, кондиционирование воздуха, нагрев и охлаждение воды

Современные технологии отопления помещений и горячего и холодного водоснабжения показывают различные уровни видов топлива, используемых в странах субрегионов С, Е и F для каждой технологии. В некоторых угледобывающих странах субрегиона С, как Казахстан, до сих пор активно используется уголь для производства электрической и тепловой энергии, от крупных теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) по небольшие котельные, и эта тенденция, вероятно, продолжится, пока уголь является дешевым ресурсом. В этом случае лучше сконцентрироваться

⁸ <http://www.eurasia.undp.org/content/rbec/en/home/presscenter.html>

на продвижении экологически чистых технологий сжигания угля, чем полностью запретить использование угля.

Модернизация децентрализованного источника отопления

Совокупность технологий совершенствования децентрализованных источников отопления существующих зданий в субрегионах С, Е и F представлена ниже на Рисунке 27. Субрегион С включает ряд угледобывающих и потребляющих уголь стран, где децентрализованное теплоснабжение и производство электроэнергии в основном базируются на этом топливе. Современные энергоэффективные технологии сжигания угля имеют средний или низкий уровень использования. К 2018 году некоторые страны субрегиона С, потребляющие уголь, проявили интерес к инвестированию в новые энергоэффективные технологии использования угля. Пилотные внедрения высокоэффективных котлов и пиролизных паротурбинных генераторов обратного давления в Российской Федерации и Казахстане демонстрируют значительный технический и финансовый потенциал для более чистого производства энергии из ископаемого топлива или коммунальных отходов⁹.

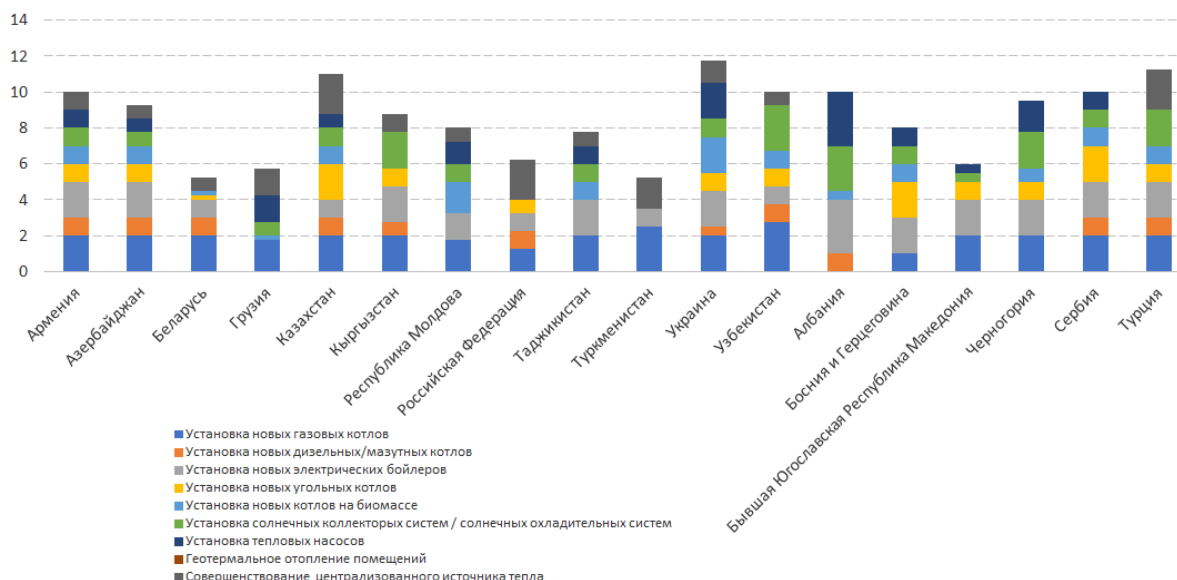


Рисунок 27 - Комплекс модернизации децентрализованных источников отопления для существующих зданий в субрегионах С, Е и F.

Внедрение котлоагрегатов, работающих на биомассе, все еще находится на стадии разработки для большинства стран в этих субрегионах, при высоком уровне внедрения в Украине и Молдове из субрегиона С и в Сербии и Боснии и Герцеговине в субрегионе Е.

Установка новых энергоэффективных газовых котлов обязательна в Туркменистане и Узбекистане для всех категорий зданий. На основе анализа собранных данных справедливо сделать вывод о наличии и высоком уровне распространения современных газовых теплогенераторов, производимых как мировыми компаниями, так и местными производителями, в странах субрегионов С, Е и F. Большинство стран Центральной Азии в субрегионе С с низкой плотностью населения имеют низкий запас запасных частей на случай

⁹ http://rpn.gov.ru/sites/all/files/users/rpnglavred/filebrowser/docs/doklad_po_tbo.pdf

необходимости ремонта; это означает, что иногда существуют ограниченные возможности выбора технологии на местном рынке (муниципальном уровне) без учета факторов энергоэффективности. Еще одним препятствием для более высокого проникновения этих технологий является ограниченный уровень профессионализма и компетентности местных специалистов по техническому обслуживанию.

Собственники коммерческих зданий в большинстве стран субрегионов С, Е и F имеют четкое представление о преимуществах современного энергоэффективного генерирующего оборудования, используемого в коммерческих зданиях, таких как торговые центры, гостиницы и офисы, поскольку это помогает сократить расходы на электроэнергию.

Некоторые страны субрегионов С, Е и F приняли передовые обязательные требования к внедрению тепловых насосов (Албания и Украина) и систем горячего водоснабжения на солнечных коллекторах (Узбекистан и Кыргызстан). Национальные учреждения, а также международные донорские организации приступили к осуществлению ряда проектов в области возобновляемых источников энергии в зданиях в целях стимулирования распространения этих технологий.

Более половины стран используют электрические котлы в различных типах зданий субрегионов С, Е и F, поскольку отсутствуют другие источники топлива для отопления и подготовки горячей воды в домашних условиях. В таких случаях необходимо уделять пристальное внимание установке новых эффективных энергоблоков с надлежащим образом скорректированными схемами рекуперации отработанного тепла, с тем чтобы повысить общие показатели эффективности производства электроэнергии. Тем не менее исследование не показало ни одной страны, правительство которой поддерживало бы обязательные требования в отношении установки энергоэффективных электрических котлов. Это серьезный пробел, который необходимо устранить в ближайшее время, в связи с отсутствием в большинстве случаев разумной быстрой альтернативы.

Общие меры и совершенствование системы централизованного теплоснабжения

Субрегионы С и Е имеют длинную историю внедрения централизованных систем теплоснабжения. Оборудование, которое в настоящее время эксплуатируется в странах субрегиона С, было главным образом спроектировано и установлено в 1960-1970-х годах и уже стало объектом крупномасштабной кампании по обновлению на основе ряда национальных стратегий, а также региональных стимулов и соответствующих финансовых инструментов. Совершенствование систем централизованного отопления является важнейшим вопросом для большинства крупных городов в странах субрегионов С и Е.

На Рисунке 28 представлена совокупность технологий в субрегионах С, Е и F для принятия общих мер и совершенствования систем централизованного отопления в новых зданиях.

На графике показано, что наиболее популярным техническим решением, используемым в каждой стране субрегионов С, Е и F, является установка индивидуальных тепловых пунктов с контролем компенсации внешних условий.

Есть некоторые страны, такие как Российская Федерация, Казахстан, Турция, Украина, с обязательными требованиями по реализации данной меры как при модернизации, так и при новом строительстве всех типов зданий, за исключением частных домов. Другие страны с существующими централизованными системами горячего водоснабжения находятся в процессе адаптации или внедрения этой технологии. Странами, которые не сосредоточены на поддержке

этой деятельности, являются Албания, Босния и Герцеговина, Бывшая Югославская Республика Македония, Черногория, Беларусь и Узбекистан.

Общие меры широко реализуются во всех странах субрегионов С, Е и F. Решения по изоляции труб и другого оборудования являются обязательными в Украине, Молдове, Туркменистане и Беларуси. Несмотря на важность изоляции труб, несколько стран имеют очень низкий уровень внедрения: Кыргызстан, Армения, Турция, Грузия, Черногория и Сербия. Эти пробелы отслеживаются в правительственных обсуждениях этих стран и должны быть устранены в ближайшем будущем.

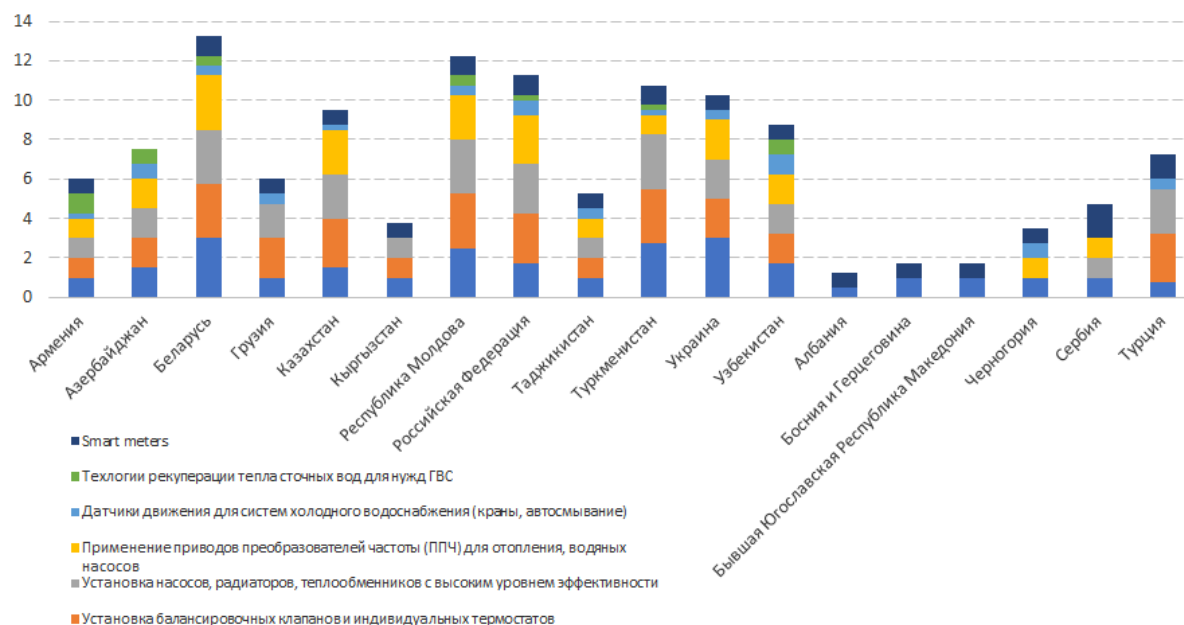


Рисунок 28 – Общие меры в отношении системы отопления для новых строительных технологий в субрегионах С, Е и F.

Некоторые страны субрегионов С, Е и F (Российская Федерация, Турция, Молдова, Украина, Туркменистан, Беларусь) уже включили установку балансировочных клапанов, термостатов, эффективных насосов, теплообменников и другого соответствующего инженерного оборудования в обязательные национальные стратегии и строительные нормы.

Другие технологии из перечня общих мер, например, энергоэффективные насосы для воды, датчики водоснабжения, и тепловая рекуперация сточных вод, по-прежнему осуществляются на низких или средних уровнях для большинства многоквартирных/частных жилых и общественных зданий в странах субрегиона С, Е и F. Некоторые пилотные проекты по рекуперации и восстановлению в строительном секторе были реализованы национальными органами Российской Федерации, Беларуси, Кыргызстана, Узбекистана, Турции и при поддержке международных организаций. Местные финансовые учреждения должны уделять более пристальное внимание повышению осведомленности и прозрачным схемам финансирования при более эффективной поддержке со стороны администраций муниципального уровня. Особенно это касается общественных зданий.

Вентиляция, кондиционирование и охлаждение воздуха (VAC)

Исследования демонстрируют тенденцию, показывающую, что большинство стран уделяют особое внимание вентиляции и кондиционированию воздуха для преимущественно недавно построенных зданий. С технической точки зрения, существуют ограничения в установке и

модернизации оборудования VAC во время модернизации многоквартирных жилых домов, в большинстве случаев из-за ограниченного внутреннего пространства и отсутствия проекта системы VAC в первоначальной конструкции. Уровень внедрения однако выше как для модернизации других типов зданий, так и для нового строительства.

Монтаж установок рекуперации воздуха и современных частотно-преобразовательных приводов для вентиляторов и насосов характерен для строительства новых коммерческих и общественных зданий. Эта тенденция наблюдается в Украине, Молдове и Российской Федерации, где эти технологии являются обязательными и демонстрируют высокий уровень внедрения. На Рисунке 29 показаны существующие пробелы в реализации технологий вентиляции, кондиционирования и охлаждения для существующих зданий в субрегионах С, Е и F.

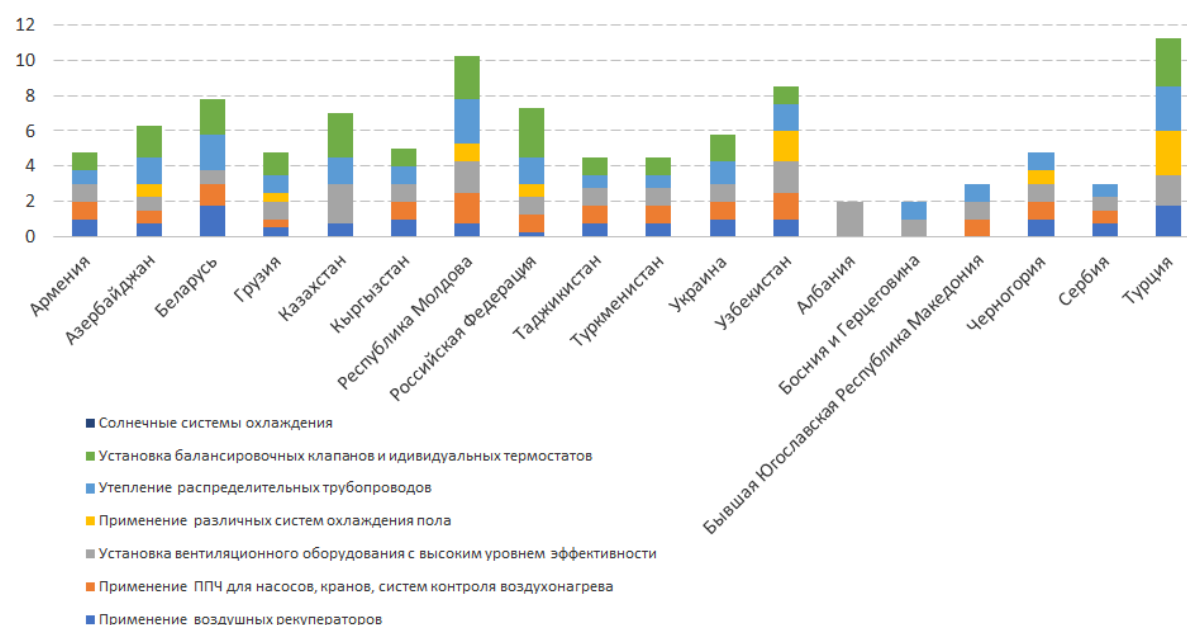


Рисунок 29 - Сочетание технологий вентиляции, кондиционирования и охлаждения для существующих зданий в субрегионах С, Е и F.

Анализ показывает, что страны субрегиона Е и F по-прежнему имеют определенные пробелы в реализации энергоэффективных технологий для систем VAC. Однако эти вопросы вскоре должны быть решены путем осуществления строгих обязательных требований директив ЕС, которые в настоящее время переносятся в национальное законодательство. Турция демонстрирует высокий уровень проникновения современного оборудования VAC даже для модернизации существующего строительного фонда. Климатические условия, благоприятные торговые каналы и местоположение, наличие продукции, а также мощная государственная поддержка привели к высокому уровню проникновения технологий. Национальные и международные банки Турции очень активно продвигают различные комплексные решения “энергоэффективного дома”¹⁰.

Внедрение систем охлаждения с переменным потоком в странах субрегиона С является относительно новой тенденцией, которая свидетельствует о высоком потенциале повышения энергоэффективности в зданиях. Технология в основном используется при модернизации, а

¹⁰ <http://www.tr.undp.org/content/turkey/en/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>

также в новых коммерческих и общественных зданиях в Турции, Грузии, Молдове и Черногории. Системы охлаждения с переменным потоком внедряются реже в многоквартирных домах во всех странах.

Продвижение и внедрение современных абсорбционных холодильных установок и эффективных индивидуальных кондиционеров поддерживается рядом международных и национальных заинтересованных сторон, действующих в странах субрегионов С, Е и F. Для Российской Федерации, Узбекистана, Турции и Украины технология является обязательной или в настоящее время находится на высоком уровне внедрения как для модернизации, так и для всех новых типов зданий, за исключением коммерческих¹¹.

Информационные кампании, направленные на продвижение энергоэффективных приборов, прошли практически во всех странах субрегионов С, Е и F. В 2017 году Российская Федерация, Казахстан и Кыргызстан при поддержке Министерств энергетики каждой страны запустили совместную информационную кампанию “Вместе Ярче”¹¹. Внедрение энергоэффективных приборов и экологичный уровень жизни также поощряются во время ежегодного “Дня энергоэффективности”, который обычно проходит во всех трех странах в начале сентября.

Бытовые приборы

Поощрение использования энергоэффективных приборов является относительно новой тенденцией для стран субрегиона С. Тем не менее анализ структуры энергопотребления показал, что внедрение современных приборов (бытовых и особенно коммерческих) может обеспечить значительную экономию энергии в общей структуре энергопотребления типичного здания. К 2018 году Российская Федерация, Казахстан и Турция содействовали

внедрению энергоэффективных приборов при поддержке международных доноров, проводя кампании по повышению осведомленности, охватывающие как представителей государственного, так и частного сектора.

Во всем субрегионе С существует определенный уровень понимания преимуществ энергоэффективных бытовых приборов, и существует рыночный спрос на высокоэффективные бытовые приборы для многоквартирных и частных жилых домов. К сожалению, большинство поставщиков бытовой техники в этих странах пытаются получить маркетинговое преимущество для лучшего продвижения, называя оборудование более эффективным, а не фокусируясь на сниженных параметрах энергопотребления, что работает для неосведомленных клиентов.

Для общественных и коммерческих зданий внедрение современных эффективных приборов стало общей нормой за последние 5-6 лет, в основном из-за роста цен на энергоносители. Большинство стран субрегионов С, Е и F скорректировали свои процедуры государственных закупок как для нового строительства, так и для процессов модернизации, предъявляя жесткие требования к закупке оборудования только высокого класса эффективности.

Страны субрегионов Е и F придерживаются общеевропейского подхода к обязательному внедрению энергоэффективных приборов для всех типов зданий. Лишь несколько стран, таких, как Туркменистан (в субрегионе С) и Босния и Герцеговина (в субрегионе Е), до сих пор не

¹¹ <https://minenergo.gov.ru/node/6034>

сделали энергоэффективные приборы обязательными, однако они добиваются прогресса в этом отношении.

Освещение

Глобальная тенденция по внедрению современных энергоэффективных систем освещения полномасштабно наблюдается во всех странах субрегиона С, Е и F. Активно поощряется внедрение энергоэффективных систем освещения. Национальные правительства совместно с различными международными донорами оказали широкомасштабную поддержку в деле укрепления потенциала местных производителей с уделением особого внимания разработке, в большинстве случаев, современных светодиодных технологий. Интересно отметить, что нормы и практика проектирования новых зданий были серьезно изменены в сторону обязательного внедрения эффективных светодиодных и флуоресцентных ламп, с официальным запретом на производство и распространение ламп накаливания старого типа. На Рисунке 30 показано применение технологий освещения в субрегионах С, Е и F для новых зданий.

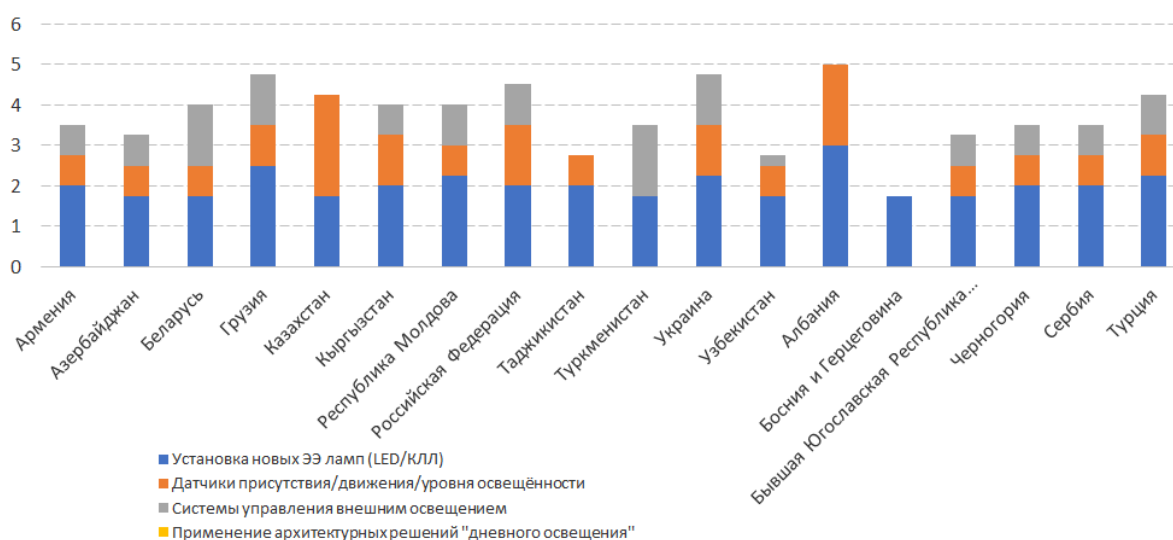


Рисунок 30 – Применение осветительных технологий в субрегионах С, Е и F при новом строительстве.

Это исследование не выявило никакой политики, направленной на обязательное внедрение светодиодных ламп в субрегионах С, Е и F; тем не менее, очевидно, что во всех странах наблюдается положительная тенденция к их установке. Наиболее высокий уровень проникновения наблюдается в капитальном ремонте и новом строительстве всех типов зданий, за исключением частных жилых домов. Кроме того, некоторые страны сосредоточены на дальнейшем продвижении датчиков присутствия/дневного света, внешнего управления освещением и архитектурных решений, использующих дневной свет. На данный момент практически во всех странах по-прежнему наблюдается низкий уровень внедрения этих технологий. Тем не менее Албания, Казахстан и Российская Федерация твердо поддерживают реализацию различных световых датчиков (присутствия, движения, освещенности) в целях сокращения ожидаемых расходов в общих помещениях многоквартирных жилых зданий (лестничных клеток, вестибюлей и т.д.). Продвижение и изменение закупочных процедур по внедрению энергоэффективного освещения жилых и общественных зданий при

государственной поддержке привело к росту интереса рынка к ЭСКО-финансированию таких проектов¹².

Интеллектуальные системы и решения

Основными целями интеллектуальных решений и систем учета являются отслеживание и проверка энергопотребления. Без установленной системы учета и официально утвержденной методологии контроля сложно провести справедливый расчет достигнутого уровня энергоэффективности, прогнозировать предполагаемый профиль энергопотребления и потенциал энергосбережения в будущем. Одним из самых больших пробелов в реализации "умных" решений в странах субрегионов С, Е и F является отсутствие законодательных актов, направленных на регулирование методологий анализа результатов энергоэффективности и потенциала энергосбережения. Это означает, что само массовое внедрение интеллектуальных счетчиков и систем сбора данных было бы излишним и не представляло бы большой ценности без надлежащей аналитической методологии, принятой на национальном уровне.

Наличие сильного административного и аналитического подхода к умным решениям показывает хорошие результаты в Сербии и Боснии и Герцеговине (субрегион Е), Украине, Казахстане, Армении, Российской Федерации (субрегион С) и Турции (субрегион F). Осуществление при поддержке правительства систем управления энергетикой на муниципальном уровне в этих странах привело к повышению качества планов действий в области энергетики для муниципалитетов, которые использовали такой подход. Особенно это касается многоквартирных жилых и общественных зданий.

В 2012 году Казахстан стал первой страной в неевропейском регионе, которая ввела строгое обязательное требование по назначению ответственных муниципальных энергетических менеджеров, отвечающих за внедрение соответствующей системы интеллектуального сбора данных для объектов, потребляющих более 1500 тнэ в год. Такой подход продолжался до 2016 года, когда из закона было исключено обязательное требование и должности энергоменеджеров больше не финансировались из государственного бюджета. Это привело к немедленному замораживанию всей деятельности по энергоменеджменту. Этот пример подтверждает преимущества и эффективность системного подхода, который может быть эффективным лишь при активной поддержке национального правительства. Это особенно верно в том случае, если соответствующие административные должности создаются и финансируются в качестве новых ролей, а не в связи с увеличением обязанностей и ответственности существующего персонала.

¹²<http://www.rs.undp.org/content/serbia/en/home/ourwork/environmentandenergy/energy/removing-barriers-to-promote-and-support-energy-management-system.html>

Выводы и рекомендации

Общие выводы по результатам анализа по всем субрегионам ЕЭК ООН:

- 1. Энергоэффективность в зданиях улучшается во всех регионах.** Страны Восточной Европы, Центральной Азии, Российская Федерация и Юго-Восточной Европы, в которых традиционно низкие цены на энергоносители, значительно повысили обязательные требования к энергетической эффективности, в особенности относительно нового строительства.
- 2. Однако при этом повышение энергоэффективности в зданиях происходит постепенно и фрагментарно.** Данный факт явился неожиданностью, учитывая, что недавний технологический прогресс принёс значительные достижения в сфере энергоэффективности и есть все предпосылки к укреплению данного тренда.
- 3. Три типа инструментов государственной политики особенно действенны в поддержании повышения энергоэффективности зданий.** Среди них: государственные нормативно-правовые акты (такие как строительные стандарты), финансовые стимулы (компенсации, льготные кредиты, сниженные налоговые ставки), а также программы по повышению информированности о различных видах энергосберегающих технологий.
- 4. Эффективная разработка и реализация государственной политики являются ключом к повышению энергоэффективности.** Ввиду существенных различий между тем, какие технологии доступны на рынке и какие на самом деле применяются, становится очевидным, что именно эффективное управление и использование правовых и финансовых инструментов, а не только технический прогресс, являются основой повышения энергоэффективности.
- 5. Четко прослеживаются три конкретные технологические тенденции:**
 - a.** В странах ЕС наблюдается более широкое применение котлов с повышенной энергетической эффективностью одновременно с переходом на более чистые виды топлива. Тем не менее, всё ещё остаются серьёзные опасения относительно применения угля для отопления жилых помещений.
 - b.** С внедрением правил маркировки и экодизайна, повсеместное использование энергоэффективных приборов приобрело положительную тенденцию.
 - c.** Большинство стран региона ЕЭК ООН запретило или прекратило производство ламп накаливания, сделав выбор в пользу компактных люминесцентных ламп и светодиодных технологий. Чуть реже применяются световые датчики и контроллеры.
- 6. Сертификаты энергоэффективности ускорили модернизацию существующих зданий, однако ещё многое в этой сфере предстоит сделать.**
- 7. Вдобавок к огромному количеству экологических преимуществ наряду со снижением энергопотребления и стимулированием выработки электричества из возобновляемых источников, многие технологии, описанные в данном отчёте, имеют также дополнительный социальный эффект.** В качестве примера можно привести ускорение экономического роста, развитие местных конкурентных рынков, увеличение занятости, содействие внедрению

более дешёвых и доступных энергоэффективных технологий и развитие международных рынков.

Страны могут предпринять несколько приоритетных действий по расширению внедрения технологий для повышения энергоэффективности зданий. Следующие рекомендации охватывают различные аспекты, такие как образовательный, технический, нормативно-правовой, финансовый, институциональный, применение технологий, развитие компетенций, а также вовлечение частного сектора.

1. Политика и законодательство

Рекомендация А: *Органы государственной власти должны обеспечивать соответствующую политику и эффективные общественные услуги с целью развития частного сектора; они также должны взять на себя обязательства по развитию и поддержке ведомств, которые внедряют, курируют и регламентируют эту политику. Частный сектор имеет решающее значение для экономического роста, но он не может и не действует в одиночку, государственный сектор должен поддерживать сбалансированную стратегию; например, стратегию «технологического толчка и вызова рыночного спроса» (Brocato, 2010).*

Рекомендация В: *Государственные исследовательские программы и программы развития должны продвигать технологии, внедрение которых представляет риски для частного сектора, что потребует прозрачного сотрудничества между правительством, промышленностью и администрацией энергетической программы, чтобы превратить инновации в рыночный продукт.*

Рекомендация С: *В строительных стандартах энергоэффективности зданий должны быть более чётко определены требования к градусо-часам охлаждающего периода, это поможет более точно и разумно оценить энергетические показатели зданий в жаркие периоды года.*

2. Роль государственного и частного секторов; новые рыночные возможности

Рекомендация D: *Органы государственной власти должны предпринимать меры по повышению планки развития энергоэффективных технологий в строительстве на местном уровне, что способствует созданию новых международных сегментов рынка.*

3. Соединение энергоэффективности зданий и целей Национальных климатических обязательств (Intended Nationally Determined Contributions (INDC)); сокращение использования ископаемых видов топлива для отопления помещений

Рекомендация E: *Органы государственной власти должны чётко привязать меры по энергоэффективности зданий к целям INDC для дальнейшего способствования их улучшению.*

Рекомендация F: *Правительства стран, в которых уголь всё ещё используется с целью отопления жилых зданий и где при этом уголь является наиболее дешёвым ресурсом, должны популяризировать использование альтернативных источников для внедрения более чистых технологий.*

4. Информационная осведомлённость о различных социальных преимуществах сертификатов энергетической эффективности

Рекомендация G: *Местные органы власти должны публиковать данные, собираемые на муниципальном уровне, демонстрирующие как снижение затрат на энергию, так и*

повышение дохода, связанного с различными уровнями сертификатов, с целью стимулирования инвестиций в энергоэффективность зданий.

5. Технологическая адаптация путём эффективного продвижения и информационных кампаний

Рекомендация Н: Эффективное продвижение и информационные кампании играют важную роль в стимулировании потребителей приобретать бытовые приборы с высоким классом энергоэффективности.

Рекомендация I: Требуются более строгие правила для продвижения наружного и внутреннего освещения в нежилых зданиях и разработки структур социальных цен для домовладельцев для стимулирования установки интеллектуальных счетчиков. Правительствам следует создать информационные программы, отражающие разнообразие выгод от внедрения этих технологий.

6. Ключевой фокус на модернизации зданий

Рекомендация J: Органы государственной власти должны способствовать созданию наборов данных и инструментов, которые анализируют и демонстрируют финансовые выгоды повышения энергоэффективности посредством модернизации существующих зданий. В частности, это должно включать использование программных средств моделирования для энергетических характеристик зданий на стадии проектирования новых и реконструкции уже существующих зданий.

Рекомендация K: Органы государственной власти должны разрабатывать и продвигать внедрение программ стимулирования полной реконструкции изношенных и подлежащих сносу зданий, привлекая частных инвесторов или застройщиков.

7. Взаимодействие национальных и местных органов власти с целью переоценки разработки и внедрения строительных норм и правил

Рекомендация L: Национальным и местным властям необходимо скоординироваться и сотрудничать, чтобы разрабатывать соответствующую политику и строительные нормы, которые могут быть приняты на национальном или местном уровнях; основанные на характеристиках строительные нормы должны быть предпочтительнее предписывающих норм, поскольку гибкость в правилах повышает уровень их соблюдения.

8. Инвестиции и финансы

Рекомендация M: Органы государственной власти должны разработать и внедрить множество финансовых механизмов, чтобы увеличить количество реализуемых проектов по энергоэффективности в зданиях: жилых, общественных и коммерческих. Чтобы помочь преодолеть сложность инвестиций и недостаток потенциала на уровне отдельных субъектов и поставщиков, энергосервисные компании (ЭСКО) должны более активно продвигаться правительствами.

9. Развитие компетенций для продвижения программ капитального ремонта

Рекомендация N: Стандартные учебные программы по гражданскому строительству должны в большей степени ориентироваться на несколько игнорируемую сегодня дисциплину управления жизненным циклом зданий; это должно сделать упор на курсы и программы по энергоэффективности и модернизации зданий.

Рекомендация О: Финансовые учреждения должны понимать доходность инвестиций в энергоэффективность; это потребовало бы более эффективного продвижения и распространения лучших практик, соответствующих мер по снижению риска и принятию финансовых решений для банкиров. Четкие технические и финансовые критерии должны быть определены финансовыми учреждениями для предоставления кредитов на энергоэффективность. Кроме того, предварительно утвержденный список подходящих производителей и поставщиков оборудования может помочь в измерении и избежании рисков.

10. Расширенное использование сертификатов энергетической эффективности (СЭЭ)

Рекомендация Р: Органы государственной власти могли бы создать многоуровневые энергетические тарифы, связанные с рейтингом СЭЭ; такое многоуровневое ценообразование с привязкой к СЭЭ может способствовать как распространению сертификатов энергетической эффективности, так и внедрению энергоэффективных технологий.

Рекомендация Р: Стимулирующие меры по внедрению технологий энергоэффективности могут быть привязаны к рейтингу СЭЭ. Например, здание с рейтингом С, которое будет переоборудовано таким образом, что впоследствии получит рейтинг А, должно получить более высокую компенсацию за налог на землепользование или более низкую процентную ставку по кредитам, по сравнению с повышением с С до В.

Источники

- ЕЭК ООН. (2015). Женевская Хартия ООН по устойчивому жилищному строительству (E/ECE/1478/Rev.1).
https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/RU_Geneva_UN_Charter_on_Sustainable_Housing.pdf
- ЕЭК ООН. (2017b). Преодоление барьеров для инвестиций в энергоэффективность. (ECE/ENERGY/117).
https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/geee/pub/Overcoming_barriers_energy_efficiency_ES_56_RUS.pdf
- ЕЭК ООН. (2017c). Рамочные руководящие указания в области стандартов энергоэффективности зданий (ECE/ENERGY/GE.6/2017/4).
https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/geee/geee4_Oct2017/ECE_ENERGY_GE6_2017_4r.pdf
- ЕЭК ООН. (2018). Сравнительный обзор стандартов и технологий энергоэффективности зданий в регионе ЕЭК ООН. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/Meetings/2018/09_05-07_St._Petersburg/EE_Standards_in_Buildings_full_version.RUS.pdf
- Закон Республики Беларусь об Энергосбережении от 8.01.2015 N 239-3.
<http://zakonby.net/zakon/65433-zakon-respubliki-belarus-ot-08012015-n-239-z-quotob-energoberezeniiquot.html>
- Закон Республики Таджикистан от 19 сентября 2013 года № 1018 Об энергосбережении и энергоэффективности. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31480243#pos=0;9
- Закон Украины Об энергетической эффективности зданий (Ведомости Верховной Рады (ВРР), 2017, №33, ст. 359). <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
- Политика Сербии в области энергоэффективности и ВИЭ.
https://gisee.ru/articles/foreign_politics/28066/
- 2016 Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) (ISBN 978-972-8646-32-5). (2015). Retrieved from ADENE website: www.epbd-ca.eu
- Abulashvili G., Garibashvili L., Municipal Energy Efficiency Policy Reforms in Georgia (2013), Energy efficiency center Georgia, retrieved from
http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/eneff/IEEForum_Tbilisi_Sept13/Day_2/ws3/p3/Abulashvili.pdf
- Brocato, D. (2010). Push and Pull Marketing Strategies. Wiley International Encyclopedia of Marketing. doi:10.1002/9781444316568.wiem01053
- BUILD UP | The European portal for energy efficiency in buildings. (n.d.). Retrieved from <http://www.buildup.eu/en>
- Buildings - Energy - European Commission. (2018, August 11). Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>
- (CCC,2016) - Next Steps for UK Heat Policy - Committee on Climate Change. (2018, September). Retrieved from <https://www.theccc.org.uk/publication/next-steps-for-uk-heat-policy>

- DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). (2010). *Official Journal of the European Union*, (L153), 13-35. Retrieved from <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>
- EAD, E. (n.d.). eso.bg. Retrieved from <http://www.eso.bg/?did=79#Reports>
- EC. (2017, April 28). Finland's National Energy Efficiency Action Plan NEEAP-4. Retrieved from https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/fi_neeap_2017_en.pdf
- EIB. (2017, March 16). Lithuania: New support for energy efficiency in multi-apartment buildings. Retrieved from <http://www.eib.org/en/infocentre/press/releases/all/2017/2017-066-lithuania-new-support-for-energy-efficiency-in-multi-apartment-buildings.htm>
- Enerdata. (2016, June 7). Global Energy Trends - 2016 report | Enerdata. Retrieved from <https://www.enerdata.net/publications/reports-presentations/peak-energy-demand-co2-emissions-2016-world-energy.html>
- Enerdata. (n.d.). Country profiles: EU Energy Efficiency & Trends policies | ODYSSEE-MURE. Retrieved from <http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-trends-policies-profiles/>
- Energy efficiency assessment of household electrical appliances in Central Asia and policies for energy performance standards and labeling in Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan, (2015, August), CAREC, Retrieved from [http://carececo.org/upload/medialibrary/2ac/Energy%20Efficiency%20Assessment%20of%20Household%20Electrical%20Appliances%20\(2\).pdf](http://carececo.org/upload/medialibrary/2ac/Energy%20Efficiency%20Assessment%20of%20Household%20Electrical%20Appliances%20(2).pdf)
- Energy efficiency strategy in FYR Macedonia for 2010-2020. Retrieved from http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/Meetings/2018/05_14/Presentations/2_4_Dukovski-eng.pdf
- European Commission. (2016). *Heating and Cooling* (ISBN 978-92-9202-207-5). Retrieved from Office of the European Union, 2016 website: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/overview_of_eu_support_activities_to_h-c_-_final.pdf
- European Commission. (2018, November 6). Heating and cooling - Energy - European Commission. Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/heating-and-cooling>
- European Commission. (2018, June 11). Annual Reports submitted in 2017 - Energy - European Commission. Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/content/annual-reports-submitted-2017>
- European Commission. (2018, June 11). National building renovation strategies- article 4- 2017 - Energy - European Commission. Retrieved from <https://ec.europa.eu/energy/en/content/national-building-renovation-strategies-article-4-2017>
- European Commission. (2016). *An EU Strategy on Heating and Cooling* (COM(2016) 51 final). Retrieved from Office of the European Union, 2016 website: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_ACT_part1_v14.pdf

- Filippidou, F., Nieboer, N., & Visscher, H. (2016). Energy efficiency measures implemented in the Dutch non-profit housing sector. *Energy and Buildings*, 132, 107-116. doi:10.1016/j.enbuild.2016.05.095
- Filippidou, F., Nieboer, N., & Visscher, H. (2017). Are we moving fast enough? The energy renovation rate of the Dutch non-profit housing using the national energy labelling database. *Energy Policy*, 109, 488-498. doi:10.1016/j.enpol.2017.07.025
- GABC. (2016). *Towards zero-emission efficient and resilient buildings*. Retrieved from Global Alliance for Buildings and Construction website: http://orbit.dtu.dk/files/127199228/GABC_Global_Status_Report_V09_november.pdf
- Hamilton, I. G., Steadman, P. J., Bruhns, H., Summerfield, A. J., & Lowe, R. (2013). Energy efficiency in the British housing stock: Energy demand and the Homes Energy Efficiency Database. *Energy Policy*, 60, 462-480. doi:10.1016/j.enpol.2013.04.004
- Hurst, N. (2018, April 18). In Norway, an Ambitious New Standard for Green Building Is Catching On. Retrieved from <https://www.smithsonianmag.com/innovation/in-norway-ambitious-new-standard-green-building-is-catching-on-180968828/>
- Krarti, M., Dubey, K., & Howarth, N. (2019). Energy productivity analysis framework for buildings: a case study of GCC region. *Energy*, 167, 1251-1265. doi:10.1016/j.energy.2018.11.060
- Law on energy efficiency in the Federation of Bosnia and Herzegovina (2017). Federal official Gazette, 22/17
- Energy Efficiency and Renewable Energy in Albania. Retrieved from [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/gee21/Workshop_Israel_Feb_15/1. A_lbaniaLeskoviku.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/gee21/Workshop_Israel_Feb_15/1_A_lbaniaLeskoviku.pdf)
- Lucon O., D. Ürge-Vorsatz, A. Zain Ahmed, H. Akbari, P. Bertoldi, L.F. Cabeza, N. Eyre, A. Gadgil, L.D.D. Harvey, Y. Jiang, E. Liphoto, S. Mirasgedis, S. Murakami, J. Parikh, C. Pyke, and M.V. Vilariño, 2014: Buildings. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Majcen, D., Itard, L., & Visscher, H. (2016). Actual heating energy savings in thermally renovated Dutch dwellings. *Energy Policy*, 97, 82-92. doi:10.1016/j.enpol.2016.07.015
- The National Archives. (2010). The Building (Amendment) Regulations (Northern Ireland) 2010. Retrieved from <http://www.legislation.gov.uk/nisr/2010/1/made>
- Norwegian Ministry of Petroleum and Energy. (2018, February 27). Sustainable buildings - Energifakta Norge. Retrieved from <https://energifaktanorge.no/en/et-baerekraftig-og-sikkert-energisystem/baerekraftige-bygg/>
- Patronen, J., Kaura, E., & Torvestad, C. (2017). *Nordic heating and cooling: Nordic approach to EU's Heating and Cooling Strategy*. Nordic Council of Ministers.
- (PNNL,2016) PNNL building energy code experts contribute to development and analytical support of Standard 90.1-2016

- <https://energyenvironment.pnnl.gov/highlights/highlight.asp?id=2982> Revised Energy Standard Determined to Foster Greater Energy Efficiency in Commercial Buildings
- President Decree from 26.05.2017 r. N PP-3012 About program of measures for further development of renewable energy, energy efficiency improvement in economic industries and social for 2017-2021 years. (2017, May).
- REUTERS. (2013, January 30). France to turn off office and shop lights at night. *REUTERS*. Retrieved from <https://www.reuters.com/article/us-france-lights/france-to-turn-off-office-and-shop-lights-at-night-idUSBRE90T0HH20130130>
- Republic of Turkey Energy Efficiency Strategy Paper (2012-2023). (2011). Retrieved from <http://www.ttmd.org.tr/userfiles/dergi/dergi17.pdf>
- Romanian Association of Building Energy Auditors. (2018, October 12). Asociatia Auditorilor Energetici pentru Cladiri din Romania - AAECR.ro. Retrieved from <http://aaecr.ro/>
- Rosenzweig, C., Solecki, W. D., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., & Ibrahim, S. A. (2018). *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*.
- Sandberg, N. H., Sartori, I., Vestrum, M. I., & Brattebø, H. (2016). Explaining the historical energy use in dwelling stocks with a segmented dynamic model: Case study of Norway 1960–2015. *Energy and Buildings*, 132, 141-153. doi:10.1016/j.enbuild.2016.05.099
- Set of rules on minimum requirements for energy efficiency of buildings in Montenegro (2015). Official Gazette of Montenegro 75/15
- Smart Meters statistics. (2018, September 26). Retrieved from <http://www.gov.uk/government/collections/smart-meters-statistics>
- Summary of the Energy Policy Act | US EPA. (2018, December 27). Retrieved from <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-energy-policy-act>
- The Swedish Research Council Formas. (2011). Swedish Sustainable Building. In *SB11 Helsinki – World Sustainable Building Conference* (pp. 1-56). Helsinki: Author.
- Trotta, G., Spangenberg, J., & Lorek, S. (2018). Energy efficiency in the residential sector: identification of promising policy instruments and private initiatives among selected European countries. *Energy Efficiency*, 11(8), 2111-2135. doi:10.1007/s12053-018-9739-0
- U.S. Department of Energy. (2015, June). *State Energy-Efficient Appliance Rebate Program Volume 1 - Program Design Lessons Learned*. Retrieved from https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/06/f23/SEEARP_volume_1_report_UPDATED%206-18-15.pdf
- UNDP. (2009). Promoting Energy Efficiency in buildings: Lessons Learned from International experience. Retrieved from UNDP website: <http://www.undp.org; www.thegef.org/gef/>
- UNECE. (2017a). Energy for Sustainable Development in the UNECE Region. Retrieved from United Nations Economic Commission for Europe website: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/comm_gen/Publications/2017/UNECESustainableEnergyPub.pdf