



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

## **Курс лекций по дисциплине** **«Энергоресурсосбережение** **в жилищной сфере»**

Автор  
Миненко Е.Н.



Ростов-на-Дону, 2021



## **Аннотация**

Курс лекций предназначен для студентов заочной формы обучения направления подготовки 08.04.01 «Строительство», магистерская программа «Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений»

## **Автор**

К.т.н., доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство»  
Миненко Е.Н.



## Оглавление

Лекция 1 Виды энергии и энергетических ресурсов .....	4
Лекция 2 Роль энергетики в развитии человеческого общества .....	6
Лекция 3 Нормативно-правовая база энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий .....	9
Лекция 4 Специфика и основные предпосылки энергосбережения в жилищно- коммунальной сфере.....	19
Лекция 5 Технические аспекты энергосбережения в жилищном секторе ...	25
Лекция 6 Комплексная санация зданий.....	35
Лекция 7 Энергетическое обследование .....	38
Лекция 8 Эффективные теплоизоляционные материалы.....	40
Лекция 9 Оценка энергетической эффективности зданий .....	43
Лекция 10 Правила принятия решений об энергоэффективной модернизации многоквартирных домов в соответствии с российским законодательством .....	47
Лекция 11 Оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий .....	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	53

## ЛЕКЦИЯ 1 ВИДЫ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

**Энергия** – это способность тела или системы тел совершать работу. Существуют различные классификации видов/форм энергии: механическая, электрическая, электромагнитная, тепловая, химическая, атомная.

**Энергетические ресурсы** – это материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования человеком (рисунок 1).



Рисунок 1 – Классификация энергетических ресурсов

Энергия, непосредственно извлекаемая в природе, называется первичной, а носители первичной энергии – **первичными энергоресурсами**.

**Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР)** – это энергия, получаемая в ходе любого технологического процесса (при этом сам процесс не направлен на получение этого ресурса) в результате недоиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства и не применяемая в этом технологическом процессе. Рациональное использование ВЭР является одним из крупнейших резервов экономии топлива, способствующих снижению энергоемкости промышленной продукции.

ВЭР могут быть востребованы в первоначальном виде или с изменением вида энергоносителя путем выработки тепла, электроэнергии, холода или механической работы в утилизационных установках. Направления использования ВЭР:

- *топливное* – непосредственное использование горючих ВЭР в качестве котельно-печного топлива;
- *тепловое* – использование энергоносителей, вырабатываемых за счет ВЭР, для обеспечения потребности в тепловой энергии и искусственном холоде;
- *электроэнергетическое* – использование ВЭР с преобразованием энергоносителя для получения электроэнергии в газовых или паровых конденсационных турбоагрегатах;
- *комбинированное* – преобразование потенциала тепловых ВЭР для выработки в утилизационных установках (утилизационных ТЭЦ) по теплофикационному циклу электро- и теплоэнергии.

Наиболее важными из **первичных энергетических ресурсов** являются:

- минеральные виды топлива: уголь, нефть и природный газ (невозобновляемые энергоресурсы);
- уран;
- возобновляемые или неисчерпаемые источники энергии (ВИЭ) – ресурсы, восстановление которых постоянно осуществляется в природе;
- прочие энергоресурсы – дрова, городские, сельскохозяйственные отходы и отходы лесопереработки (их доля в общемировом потреблении энергоресурсов не превышает 3%) (рисунок 2).

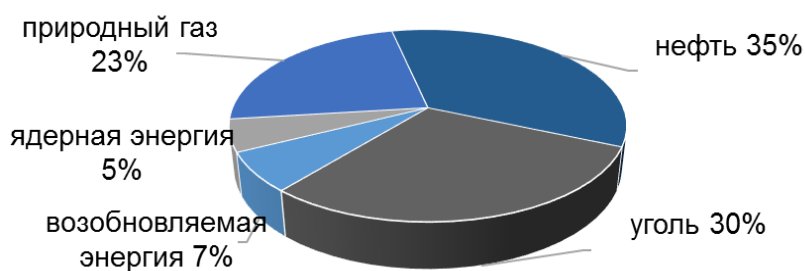


Рисунок 2 – Структура потребления первичных топливно-энергетических источников планеты

**Невозобновляемые энергоресурсы** – это энергоресурсы, которые ранее были накоплены в природе и в новых геологических условиях практически не образуются – уголь, нефть, природный газ и др. (рисунок 3).



Рисунок 3 – Временной интервал ресурсной обеспеченности планеты

**Возобновляемая** или **регенеративная энергия (ВИЭ)** («Зеленая энергия») — энергия из источников, которые, по человеческим масштабам, являются неисчерпаемыми.

Основной принцип использования возобновляемой энергии заключается в ее извлечении из постоянно происходящих в окружающей среде процессов и предоставлении для технического применения.

**Источниками возобновляемой энергии являются:**

- энергия ветра (ветровые электростанции);
- солнечная энергия (обеспечивает выработку электрической и тепловой энергии посредством создания таких установок, как солнечные батареи и солнечные коллекторы);
- энергия воды – гидроэнергия (гидроэлектростанции);
- энергия приливов и отливов (приливные электростанции);
- энергия волн (волновые электростанции);
- геотермальная энергия (теплоэлектростанции);
- биоэнергия (энергия биомассы).

## ЛЕКЦИЯ 2 РОЛЬ ЭНЕРГЕТИКИ В РАЗВИТИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

В нашем мире, где ресурсы ограничены, а потребности человечества возрастают, большое значение имеют способы обеспечения человечества тем, что ему необходимо. В этом вопросе ключевую роль играет энергети-

ка, которая является базисом практически любой деятельности современного общества.

**Энергетика** – область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования, распределения и использования энергетических ресурсов всех видов. Ее целью является обеспечение производства энергии путем преобразования первичной, природной энергии во вторичную, например, в электрическую или тепловую энергию.

**Источником всей энергии на Земле является Солнце.** Большое количество солнечной энергии расходуется на согревание атмосферы Земли (50 %), освещение планеты (30 %) и осуществление процессов кругооборота веществ на Земле (20 %).

Использование энергии человечеством растет в геометрической прогрессии. Энергия является основой жизни на Земле.

Современные энергосистемы являются неотъемлемым компонентом инфраструктуры общества, в особенности промышленно развитых стран (в которых живет лишь 1/4 населения планеты), которые расходуют примерно 4/5 энергоносителей. На страны третьего мира, где живет 3/4 населения Земли, приходится около 1/5 мирового потребления энергии.

Подсистемы энергетики:

- топливная энергетика;
- ядерная энергетика;
- гидроэнергетика;
- теплоэнергетика;
- электроэнергетика и др. подсистемы.

Важнейшей отраслью энергетики является электроэнергетика, поскольку ее продукция (электрическая энергия) относится к универсальному виду энергии. Ее легко можно передавать на значительные расстояния, делить на большое количество потребителей. Без электрической энергии невозможно осуществить многие технологические процессы, как невозможно представить нашу повседневную жизнь без отопления, освещения, охлаждения, транспорта, телевизора, ЭВМ и др.

В последние десятилетия в развитии мировой энергетики проявились тенденции, которые при неуправляемом течении могут угрожать устойчивости этой сферы:

- ❖ изменение взаимоотношений между потребителями и производителями, усиление конкуренции за ограниченные энергоресурсы;
- ❖ высокие темпы роста энергопотребления, изменение региональных пропорций энергопотребления;
- ❖ высокая доля и растущие объемы потребления органического топлива; замедление темпов роста предложения энергии;
- ❖ проблемы обеспечения инвестиций в развитие энергетического сектора;

- ❖ изменение структуры предложения энергоресурсов и повышение роли отдельных поставщиков;
- ❖ рост цен на энергоносители;
- ❖ нарастающая напряженность в обеспечении энергетических нужд транспорта и диспропорции в нефтепереработке;
- ❖ рост объемов международной торговли энергоносителями, развитие инфраструктурной составляющей поставок энергоресурсов и обострение связанных с этим рисков;
- ❖ усиление политических рисков, в том числе транзитных.

Рост цен на энергоносители, нарастающая напряженность в обеспечении энергетических нужд на планете способствуют развитию энерго- и ресурсосбережению, энерго- и ресурсосберегающих технологий.

**Ресурсосбережение** — система мер по обеспечению рационального использования ресурсов, удовлетворению потребности в них, главным образом за счет экономии.

Одной из главных составляющих понятия ресурсосбережения является **энергосбережение**.

Акцент, сделанный в данной дисциплине на экономном и рациональном потреблении энергии, связан с влиянием, оказываемым процессами ее производства, распределения и потребления на окружающую среду, а также ограниченностью запасов топливно-энергетических ресурсов на планете, их высокой стоимостью (рисунок 4).



Рисунок 4 – Экономическая и экологическая составляющие энергосбережения

**Энергосбережение** — реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и эконом-



ное расходование) топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

Результатом энерго- и ресурсосбережения является **энерго- и ресурсоэффективность** – рациональное использование зданием ресурсов, прежде всего энергии, за счет снижения их потребления при сохранении того же уровня комфорта и протекающих в здании технологических процессов.

Важным направлением в области энергоресурсопотребления выступает жилищный сектор, являющийся крупнейшим потребителем ресурсов, прежде всего, энергии.

### **ЛЕКЦИЯ 3 НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ**

На протяжении всей истории человечества стандарты к жилью периодически менялись, что связано с объективными социально-экономическими процессами, протекающими в обществе. Если изначально основной функцией жилья была защита человека от внешних погодных условий, враждебных ему существ, и, соответственно, главными требованиями к жилью выступали его прочность, надежность и долговечность, то впоследствии появились такие требования, как обеспечение архитектурно-художественной выразительности здания, его минимальной стоимости (доступности по цене), уровня комфорта.

Современный этап развития общества диктует свои требования к зданиям, повышает требования к уровню комфорта их внутренней среды, выводит на первый план проблемы взаимодействия человека и природы, необходимости обеспечения устойчивого развития территорий и т.д. С ростом требований к уровню комфорта жилья меняются представления о его внешнем виде, функциональности, конструктивных решениях.

Для снижения объемов ресурсов, потребляемых зданиями, во всех развитых странах мира были разработаны соответствующие нормы и требования в области энергосбережения, соблюдение которых является обязательным условием ввода в эксплуатацию вновь построенного или прошедшего капитальный ремонт здания. Эти нормы во всех государствах периодически пересматриваются и ужесточаются.

В соответствии с ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные зако-

нодательные акты Российской Федерации» энергосбережение – это реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг).

Результатом внедрения энергосберегающих мероприятий является энергоэффективность – показатель, характеризующий рациональное использование зданием ресурсов, прежде всего энергии, за счет снижения их потребления при сохранении того же уровня комфортности и протекающих в здании технологических процессов.

От уровня энергетической эффективности зависит не только стоимость эксплуатации здания и, соответственно, стоимость жизненного цикла объекта, но и уровень его комфортности. Энергоэффективность зданий достигается за счет реализации на практике мероприятий по энергосбережению.

Россия приступила к активному решению проблемы энергосбережения значительно позже многих европейских стран, Америки и Японии, что объясняет имеющееся отставание нашей страны от признанных лидеров в сфере энергосбережения как на нормативно-законодательном, так и на технологическом уровне.

Стратегическая цель внедрения энергосберегающих технологий и ужесточения нормативных требований в этой области – переход к созданию строительных объектов, энергетически не зависящих от внешних, централизованных систем энергоснабжения. И хотя в настоящее время эта цель не достигнута ни одним государством на нашей планете, тем не менее, многими странами проделана большая работа в этом направлении. Ее результатом является создание энергоэффективных, экологических городских кварталов и целых городов, реализация на практике экспериментальных, пилотных проектов зданий с нулевым энергопотреблением, а также «активных» зданий.

Для соблюдения требований в части энергоэффективности объектов на всех этапах их жизненного цикла разработаны соответствующие механизмы контроля. Так, например, в России на этапе проектирования контроль уровня энергетической эффективности здания осуществляют органы экспертизы проектной документации. При этом в качестве контролируемых показателей уровня энергетической эффективности объекта выступает расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания и степень его отклонения от нормируемых значений, установленных в зависимости от типа и этажности зданий в СП 50.13330.2012.

Решения, направленные на обеспечение энергетической эффективности проектируемого здания, согласно постановлению Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», должны быть разработаны в составе раздела 10 (1) проектной документации, который называется «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов».

Этот раздел помимо текстовой, содержит графическую часть, которая включает принципиальные схемы электро-, тепло- и водоснабжения дома с указанием мест установки приборов учета и регулирования электрической, тепловой энергии и водных ресурсов. Мероприятия по повышению энергетической эффективности зданий разрабатываются также и в других разделах проектной документации:

- в разделе 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения»;
- в разделе 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений».

Основные (минимальные) требования к тепловой защите здания на этапе его проектирования определены в СП 50.13330.2012. В этом нормативном документе установлены требования к:

- приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций здания;
- удельной теплозащитной характеристике здания;
- ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года;
- теплоустойчивости ограждающих конструкций в теплый период года;
- воздухопроницаемости ограждающих конструкций;
- влажностному состоянию ограждающих конструкций;
- теплоусвоению поверхности полов;
- расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий.

Разработанные в составе проектной документации решения в части энергосбережения и повышения энергетической эффективности здания проходят экспертизу: государственную или негосударственную. Если заложенные проектом решения не обеспечивают соблюдение минимально необходимых требований в части энергетической эффективности здания, такая

документация получает отрицательное заключение и отправляется на доработку.

В ходе строительства контроль за соответствием реализации проектных решений, в том числе направленных на энергосбережение и заложенных в проектной или рабочей документации на вновь строящийся и/или реконструируемый объект, осуществляется в рамках авторского надзора.

При вводе объектов, законченных строительством или прошедших капитальный ремонт/реконструкцию, в эксплуатацию соответствие их уровня энергетической эффективности действующим в России нормам контролируют органы государственного строительного надзора. При этом в качестве контролируемых показателей уровня энергетической эффективности объекта выступают:

- расчетное значение удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение на общедомовые нужды;
- оснащенность здания приборами учета энергетических ресурсов;
- класс энергетической эффективности здания.

По величине отклонения расчетного и базового значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение на общедомовые нужды определяется класс энергетической эффективности здания.

Класс энергетической эффективности многоквартирного дома указывается в заключении органа государственного строительного надзора о соответствии построенного, реконструированного или прошедшего капитальный ремонт многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности.

В соответствии с ФЗ № 261 застройщик обеспечивает выполнение требований расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию в здании в течение не менее 5 лет с момента ввода в эксплуатацию. А в многоквартирных домах высокого и очень высокого класса энергосбережения – в течение первых десяти лет эксплуатации. При этом во всех случаях на застройщике лежит обязанность проведения обязательного расчетно-инструментального контроля нормируемых энергетических показателей дома как при вводе дома в эксплуатацию, так и последующего их подтверждения не реже, чем один раз в пять лет.

В Германии, например, стандартом EnEV 2009 также установлен 5-летний гарантийный срок сохранения энергетической эффективности вновь построенного, реконструированного или прошедший капитальный ремонт здания. Однако ответственность за соблюдением предписаний EnEV лежит

не только на застройщике, но и на тех лицах, которые в соответствии с договором подряда принимают участие в строительстве, реконструкции здания или установке инженерного оборудования. После завершения строительных работ застройщик, проектировщик и строители-подрядчики должны в письменной форме засвидетельствовать, что вновь построенное или модернизированное здание и установленное в нем инженерное оборудование соответствуют требованиям EnEV. Этот документ застройщик должен хранить в течение пяти лет и предъявить его в случае направления претензии к подрядчику в связи с несоблюдением требований EnEV.

В России на этапе эксплуатации жилых многоквартирных зданий, в соответствии с ч. 3 ст. 12 ФЗ № 261, класс энергетической эффективности многоквартирного дома устанавливается и подтверждается органом государственного жилищного надзора на основании декларации о фактических значениях годовых удельных величин расхода энергетических ресурсов. Декларация предоставляется собственниками помещений многоквартирного дома или лицом, осуществляющим его управление. По результатам проверки сведений органом государственного жилищного надзора выдается акт проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности с указанием класса его энергетической эффективности на момент составления акта.

Структура современной нормативно-правовой базы РФ в области энергосбережения представлена федеральным, региональным и местным уровнями (рисунок 5).



Рисунок 5 – Структура современной нормативно-правовой базы России в области энергосбережения

Ключевым законодательным актом, регулирующим вопросы энергосбережения на федеральном уровне, является ФЗ №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Данный ФЗ ввел запрет на оборот на территории страны не энергоэффективных товаров, требования по установке приборов учета потребления энергетических ресурсов, требования к уровню энергетической эффективности зданий и порядок проведения энергетического обследования, ввел понятие энергосервисного контракта, а также формы государственной поддержки реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в различных отраслях экономики РФ.

Помимо ФЗ № 261 в нашей стране действует также ряд других законов, прямо или косвенно регулирующих вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий:

- ФЗ № 184 от 27.12.2002 «О техническом регулировании»;
- ФЗ № 190 от 27.07.2020 «О теплоснабжении»;
- ФЗ № 416 от 07.12.2011 «О водоснабжении и водоотведении»;
- ФЗ № 382 от 03.12.2011 «О государственной информационной системе топливно-энергетического комплекса» и др.

Региональное законодательство в области энергосбережения представлено постановлениями и распоряжениями правительств регионов РФ, областными целевыми программами в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

В соответствии со ст. 8 ФЗ № 261 к полномочиям органов местного самоуправления в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности относятся:

- разработка и реализация муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- установление требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций коммунального комплекса, цены (тарифы) на товары, услуги которых подлежат установлению органами местного самоуправления;
- информационное обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, определенных в качестве обязательных федеральными законами, иными нормативными правовыми актами или предусмотренных соответствующей муниципальной программой в области энергосбережения;

– координация мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и контроль за их проведением муниципальными учреждениями, муниципальными унитарными предприятиями.

Разработка муниципальных программ в области энергосбережения осуществляется в соответствии с Постановлением Правительством Российской Федерации от 31.12.2009 № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

Рассмотрим более детально законодательные документы, регламентирующие вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности в РФ.

Основу государственного регулирования энергосбережения, как уже было отмечено выше, составляет ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Согласно ст. 9 № 261-ФЗ государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности осуществляется посредством установления:

- требований к обороту отдельных товаров, функциональное назначение которых предполагает использование энергетических ресурсов;
- запретов или ограничений производства и оборота в РФ товаров, имеющих низкую энергетическую эффективность, при условии наличия в обороте аналогичных товаров, имеющих более высокую энергоэффективность;
- обязанности по учету используемых энергетических ресурсов;
- требований энергетической эффективности зданий и сооружений;
- обязанности проведения обязательного энергетического обследования;
- требований к проведению энергетического обследования и его результатам;
- обязанности проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме;
- требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг для обеспечения государственных или муниципальных нужд;
- требований к региональным, муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства

или муниципального образования и организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности.

Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений, устанавливаемые ФЗ-261, должны включать в себя:

- показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении;
- требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений, архитектурным, функционально-техно-логическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;
- требования к отдельным элементам, конструкциям ЗИС и к их свойствам, к используемым в зданиях устройствам и технологиям, позволяющим исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта ЗИС, так и в процессе их эксплуатации.

В соответствии с ч. 2 ст. 13 ФЗ-261 расчеты за энергетические ресурсы должны осуществляться на основании данных о количественном значении энергетических ресурсов, произведенных, переданных, потребленных, определенных при помощи приборов учета ресурсов.

Государство регулирует деятельность в сфере энергосбережения путем правового, организационного и финансово-экономического воздействия.

Государственное регулирование энергосбережения проявляется через систему законодательных актов и нормативных документов, принимаемых на федеральном и региональном уровнях, предусматривающих прежде всего правовую, финансовую поддержку энергосбережения со стороны государства, определяющих границы применения финансово-экономических механизмов, стандартов и сертификации, обязательность проведения энергетических обследований для оценки использования топливно-энергетических ресурсов.

Реализация на практике мер по энергосбережению является одним из эффективных инструментов обеспечения энергетической безопасности государств. Под энергетической безопасностью понимается состояние защищенности страны, ее граждан, общества, государства, экономики от угроз надежному топливно- и энергообеспечению. Эти угрозы определяются как внешними (геополитическими, макроэкономическими, конъюнктурными) факторами, так и состоянием энергетического сектора конкретной страны.

Анализ сложившейся ситуации в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) России свидетельствует, что эти угрозы носят уже вполне реальный характер. Подтверждением этому служат диспропорции в топливно- и энер-



гообеспечении отдельных регионов России, которые становятся «хронической болезнью», неудовлетворительное состояние инженерной инфраструктуры. Проблема усугубляется также географией размещения запасов первичных энергоресурсов, производства нефтепродуктов и электроэнергии по регионам страны, недостаточной мощностью линий электропередач, связывающих Дальний Восток, Сибирь и европейскую часть страны.

К руководящим документам, регламентирующим вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий в России, относятся:

– Постановление Правительства РФ от 20.09.2014 № 961 «Об организации работы по созданию общедоступного банка данных о наиболее эффективных технологиях, применяемых при модернизации (строительстве, создании) объектов коммунальной инфраструктуры, а также о наиболее эффективных технологиях по энергосбережению и повышению энергетической эффективности МКД, административных и общественных зданий»;

– Приказ Минстроя РФ № 399/пр от 06.06.2016 «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»;

– Распоряжение Правительства РФ № 1853-р от 01.09.2016 «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по повышению энергетической эффективности зданий, строений и сооружений»;

– Приказ Минстроя РФ № 1550/пр от 17.11.2017 «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений»;

– Приказ Минстроя РФ № 98/пр от 15.02.2017 «Об утверждении примерных форм перечня мероприятий, проведение которых в большей степени способствует энергосбережению и повышению эффективности использования энергетических ресурсов в многоквартирном доме» и др.

Порядок установления и подтверждения класса энергетической эффективности зданий на этапе ввода в эксплуатацию вновь построенных, реконструированных объектов, а также эксплуатируемых зданий регламентируется Приказом Минстроя РФ № 399/пр. В данном приказе перечислены показатели, характеризующие класс энергетической эффективности многоквартирного дома (МКД), представлена градация классов энергетической эффективности, установлены базовые значения удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и общедомовые нужды, в расчете на 1 м<sup>2</sup> площади помещений, не отнесенных к общему имуществу.

Распоряжение Правительства РФ № 1853-р устанавливает ряд целевых показателей в части энергетической эффективности жилищного фонда страны и содержит целевую установку по разработке типовых проектных решений зданий высокой энергетической эффективности (таблица 1).

Таблица 1

Ключевые показатели «дорожной карты» по повышению энергетической эффективности зданий, строений и сооружений в РФ

Показатель	Ед. изм.	Значение базового 2015 г.	Плановый период	
			2020 г.	2025 г.
Уменьшение удельного годового расхода тепловой энергии на 1 м <sup>2</sup> всех площадей МКД	%	100	85	75
Доля МКД наивысшего класса энергетической эффективности в общем числе вводимых в эксплуатацию МКД	%	-	20	30

Минимальные нормативные значения величины расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий для соблюдения требований энергетической эффективности зданий в России установлены Приказом Минстроя РФ № 1550/пр. Данный приказ содержит не только требуемые значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемых, вновь строящихся и реконструируемых зданий, но и указания по последовательному уменьшению значений этих показателей:

- с 1 июля 2018 г. – на 20 % по сравнению с удельной характеристикой расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, указанной в Приказе;

- с 1 января 2023 г. – на 40 %;

- с 1 января 2028 г. – на 50 %.

Согласно приказу Минстроя № 1550/пр с 01.01.2023 для проектируемых, реконструируемых, капитально ремонтируемых зданий (за исключением многоквартирных домов) рекомендуется не менее 10 кВт·ч/м<sup>3</sup> в год энергии получать от возобновляемых, альтернативных источников энергии и вторичных энергоресурсов, и не менее 20 кВт·ч/м<sup>3</sup> в год – с 01.01.2028.

Основу нормативно-технической базы энергосбережения РФ занимают государственные отраслевые стандарты (ГОСТ), своды правил (СП), а также правила, стандарты и методики, разрабатываемые саморегулируемыми организациями, и затрагивающие методы энергетического обследо-

вания, правила оценки потенциала энергосбережения, оформления энергетического паспорта и др. вопросы.

К действующим отраслевым стандартам и правилам в области энергосбережения РФ относятся:

- ГОСТ Р 51594-2000 «Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения»;
- ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения»;
- ГОСТ Р 54100-2010 «Нетрадиционные технологии. Возобновляемые источники энергии. Основные положения»;
- ГОСТ Р 54856-2011 «Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с солнечными установками»;
- ГОСТ Р 54862-2011 «Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания»;
- СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением № 1)»;
- ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению»;
- ГОСТ Р ИСО 23045-2013 «Проектирование систем обеспечения микроклимата здания. Руководящие указания по оценке энергетической эффективности новых зданий»;
- ГОСТ Р 56295-2014 «Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях» и др.

## **ЛЕКЦИЯ 4 СПЕЦИФИКА И ОСНОВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНОЙ СФЕРЕ**

Жилищно-коммунальное хозяйство (**ЖКХ**) — комплекс отраслей экономики, обеспечивающий функционирование инфраструктуры поселений, а также различных зданий в них, создающих безопасное, удобное и комфортное проживание и нахождение в них людей путем предоставления им коммунальных ресурсов и широкого спектра жилищных услуг.

ЖКХ является крупнейшим потребителем энергии, поэтому решение проблемы энергосбережения в сфере ЖКХ может быть выгодно всем участникам этой сферы:

- собственники помещений в МКД экономят на платежах за коммунальные ресурсы;
- ресурсоснабжающие организации уменьшают издержки на выработку и передачу энергии путем снижения потерь на собственные нужды и

потерь в сетях при передаче энергии; при этом улучшаются режимы, а также повышается качество поставляемых ресурсов;

☐ управляющие организации при правильном взаимодействии с собственниками помещений в МКД получают значительную прибыль.

Решение проблемы энергосбережения в ЖКХ должно включать следующие 2 подготовительных этапа:

1) учет тепловой энергии, воды, электроэнергии;

- ☐ на источниках тепла;
- ☐ у потребителей энергоресурсов.

2) разработка мотивации в области энергосбережения для всех участников рыночных отношений в сфере ЖКХ, а именно:

- ☐ государство в лице региональных органов власти, а также местное самоуправление, городские и районные органы управления;
- ☐ энергоснабжающие предприятия ЖКХ - муниципальные источники тепла, "электросети", "водоканалы";
- ☐ жилищно-эксплуатационные предприятия;
- ☐ население - потребители услуг ЖКХ.

Для каждого из этих участников рынка должна быть разработана стратегия энергосбережения - от быстрокупаемых проектов (1-3 года), до долгосрочных (3-7 лет).

Мероприятий по энергосбережению в сфере ЖКХ делятся по видам энергетических ресурсов и инженерных сетей и включают мероприятий по повышению эффективности потребления воды, электрической, тепловой энергии.

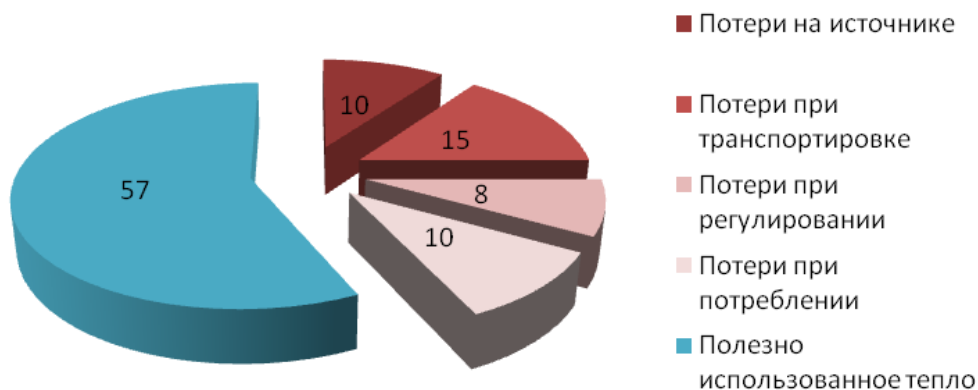


Рисунок 6 – Структура энергетических потерь в системе ЖКХ

### Мероприятия по повышению энергоэффективности тепловых сетей:

- ☐ оптимизация сечения трубопроводов при перекладке;
- ☐ прокладка трубопроводов "труба в трубе" с пенополиуретановой изоляцией;
- ☐ замена металлических труб на асбоцементные;

- электрохимическая защита металлических трубопроводов;
- применение систем дистанционной диагностики состояния трубопроводов;
- применение обоснованных режимов снижения температуры теплоносителя;
- исключение подсоса грунтовых и сточных вод в подземные тепло-трассы;
- установка теплосчетчиков на ЦТП;
- замена малоэффективных кожухотрубных теплообменников на ЦТП на пластинчатые, устранение течей;
- установка частотно регулируемых приводов для поддержания оптимального давления в сетях (экономия электроэнергии 20-25% и снижение аварийности);
- закрытие малоэффективных и ненагруженных котельных;
- проведение мероприятий по оптимизации тепловых режимов здания ЦТП и вторичному использованию тепла обратной сетевой воды и вытяжной вентиляции.
- проведение мероприятий по внедрению системы энергоэффективного освещения (замена ламп накаливания на люминесцентные и светодиодные, промывка окон, окраска стен в светлые тона);
- установка регулируемых вентилях на подаче тепла на нагруженные участки теплотрасс;
- использование мобильных измерительных комплексов для диагностики состояния и подачи тепла, а также для регулирования отпуска тепла;
- установка теплосчетчиков на входах теплоподдачи зданий;
- внедрение кустовых автоматизированных комплексов диспетчеризации ЦТП;
- комплексная гидравлическая балансировка теплосетей;
- официальное принятие показателей энергоэффективности в эксплуатирующих тепловые сети организации и ЦТП;
- премирование работников осуществляющих эксплуатацию теплосетей и ЦТП с учетом показателей энергоэффективности.

**Мероприятия по повышению энергоэффективности электрических сетей и системы освещения:**

- исключение недогруза трансформаторов (менее 30%)
- исключение перегруза трансформаторов;

- исключение перегруза длинных участков распределительных сетей;
- установка компенсаторов реактивной мощности у потребителей;
- внедрение распределенной энергетической сетки для компенсации реактивной мощности;
  - исключение утечек тока на подземных магистралях;
  - своевременная замена изоляторов на ЛЭП;
  - повышение качества электрической энергии (применение экранирования, энергосберегающей системы FORCE);
  - увеличение загрузки асинхронных двигателей (нагрузка должна быть более 50%);
  - применение автоматических переключателей с соединения "треугольник" на соединение "звезда" при малонагруженных режимах;
  - замена асинхронных двигателей синхронными;
  - применение частотно регулируемых приводов в системах вентиляции энергообъектов сетей;
  - автоматическое поддержание заданного уровня освещенности с помощью частотных регуляторов питания люминесцентных светильников;
  - применение светодиодных светильников для уличного и дежурного освещения;
  - применение эффективных электротехнических компонентов светильников;
  - использование осветительной арматуры с отражателями;
  - применение аппаратуры для зонального отключения по уровням освещенности;
  - применение автоматических выключателей для дежурного освещения;
  - регулярная очистка прозрачных элементов светильников и датчиков автоматического отключения;
  - регулярная очистка стекол в окнах в производственных помещениях и применение светлых тонов при окраске стен;
  - использование световодов для подсветки темных помещений;
  - разработка энергобаланса сетей и постоянная оценка режимов электропотребления для снижения нерациональных энергозатрат;
  - премирование работников осуществляющих эксплуатацию электросетей и сетевых предприятий с учетом показателей энергоэффективности.

### **Мероприятия по повышению энергоэффективности систем водоснабжения:**

- сокращение использования воды на собственные нужды в водозаборных станциях;
- внедрение систем водооборота на водозаборах;
- оптимизация режимов промывки фильтров;
- применение технологии водо-воздушной промывки;
- использование частотно регулируемых приводов на насосах тепловых пунктов, насосных станциях;
- замена металлических труб на полиэтиленовые (сокращение потерь на поддержание избыточного давления в закодированных трубах);
- применение систем электрохимической защиты стальных трубопроводов;
- внедрение современной запорно-регулирующей и предохранительной арматуры;
- применение сильфонных компенсаторов гидравлических ударов;
- санация ветхих участков водопроводных сетей;
- оптимизация работы системы водоснабжения. Диспетчеризация и автоматизация управления сетями;
- установка на ответвлениях сети датчиков и регуляторов сетевого давления;
- изменение схемы централизованного ГВС из циркуляционного в циркуляционно-повысительную;
- установка счетчиков расхода воды на входах объектов водопотребления;
- установка технологических водомеров на проблемных ответвлениях;
- премирование работников, осуществляющих эксплуатацию системы водоснабжения у управляющих организаций, с учетом показателей энергоэффективности.

### **"Нетрадиционные" способы энергосбережения в ЖКХ:**

- использование тепла пластовых вод и геотермальных источников для отопления и ГВС;
- использование солнечных коллекторов для дополнительного горячего водоснабжения и отопления зданий;
- создание системы сезонного и суточного аккумулирование тепла;

- использование пароструйных инжекторов в качестве эффективных теплообменников при утилизации низкопотенциального тепла мятого пара;
- использование пароструйных инжекторов взамен циркуляционных насосов;
- использование тепловых насосов для отопления и ГВС с извлечением низкопотенциального тепла из:
  - ❖ *канализационных стоков и сбросов промышленных вод;*
  - ❖ *тепла подвальных помещений зданий, тепла солнечных коллекторов;*
  - ❖ *теплого выхлопа вытяжной вентиляции;*
  - ❖ *обратной сетевой воды системы отопления, воды моря и открытых водоемов.*
- использование шахтного метана;
- производство пеллет, торфобрикетов и их использование для отопления;
- использование систем распределенной энергетики для организации теплоснабжения населенных пунктов;
- использование мусоросжигающих заводов в системах распределенной энергетики;
- использование тепла обратной сетевой воды для снегоплавильных установок.

Снижение потерь энергии при потреблении в сфере ЖКХ может быть достигнуто путем реализации следующих групп мероприятий:

**1) Малозатратные мероприятия в сфере ЖКХ**, которые при вложениях до 100 тыс. руб. дают максимальный эффект, а именно:

- замена устаревшей запорно-регулирующей арматуры на современную шаровую;
- промывка и регулировка систем теплоснабжения;
- установка регуляторов расхода и температуры в системе горячего и холодного водоснабжения;
- установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами;
- установка термостатических клапанов на радиаторах отопления;
- теплоизоляция трубопроводов систем теплоснабжения;
- утепление подвалов с внутренней стороны;
- замена ламп накаливания на энергоэффективные и др.



**2) Среднезатратные мероприятия** (100–500 тыс. руб.), которые позволяют снизить теплопотребление на 10–15% и окупаются в течение 3–5 лет:

- установка общедомовых приборов учета энергоресурсов;
- замена окон на пластиковые или деревянные с многокамерными стеклопакетами;
- замена и уплотнение дверных косяков, уплотнение дверей;
- устройство дополнительных входных тамбуров;
- теплоизоляция чердачных перекрытий;
- теплоизоляция плоских крыш;
- теплоизоляция подвалов с внутренней стороны;
- использование энергоэффективных газовых плит с керамическими ИК-излучателями.

**3) Крупнозатратные мероприятия** позволяют не только экономить тепло, но и создавать комфортные условия для жильцов, требуют вложения свыше 500 тыс. руб.:

- установка автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) с погодным регулированием;
- использование тепловых насосов для нужд отопления и горячего водоснабжения (ГВС) с использованием тепла Земли;
- применение солнечных коллекторов для нужд ГВС в межотопительный период;
- теплоизоляция наружных стен теплозащитными штукатурками или дополнительными утеплителями;
- использование автоматизированной механической приточно-вытяжной системы вентиляции с рекуперацией тепла;
- использование теплового насоса для выработки тепловой энергии, работающего за счет утилизации тепла сточных вод и обратной сетевой воды.

## **ЛЕКЦИЯ 5 ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖИЛИЩНОМ СЕКТОРЕ**

Крупнейшим потребителем энергетических ресурсов выступает жилищный сектор РФ. Здания, построенные после введения в действие ФЗ 261, удовлетворяют современным нормативам по энергосбережению и теп-

лозащите. Самыми неэффективными в части потребления ресурсов в России выступают здания советского периода ранних массовых серий, а также здания ветхого и аварийного фонда. Стремление к экономии средств на возведение зданий в период массового жилищного строительства привело к тому, что ограждающие конструкции домов имеют низкое сопротивление теплопередаче, вследствие чего до 50 % тепловой энергии уходит в виде потерь.

Высокая энергоемкость жилищного фонда российских городов обусловлена следующими факторами:

- большая продолжительность отопительного периода;
- высокая доля ветхих, аварийных и устаревших зданий, расходы тепла на отопление которых существенно превышают действующие нормы;
- значительные потери энергии при ее транспортировке из-за изношенности инженерных сетей и оборудования;
- пренебрежительное отношение к экономии и бережливости со стороны большинства российских граждан;
- низкая профессиональная подготовка специалистов в области энергосбережения и эффективного использования энергетических ресурсов.

По оценкам специалистов потенциал экономии энергии в российских многоквартирных домах в среднем составляет 40% для тепловой, 37% для электрической энергии и 30 % для природного газа. Этот потенциал сосредоточен как в части потребления и учета энергии, так и ее снабжении. В новых зданиях потенциал энергосбережения ниже, в старых – существенно выше.

Высокая энергоемкость жилищного фонда российских городов, рост цен на ресурсы, делают актуальной и значимой задачу повышения энергетической эффективности зданий, являющихся конечными потребителями энергии.

Снижение потребляемых жилыми ресурсами, прежде всего, энергии, повышение энергоэффективности зданий достигается за счет внедрения современных энергоресурсосберегающих технологий на всех этапах их жизненного цикла.

Для определения направлений повышения энергетической эффективности как вновь строящихся, так и эксплуатируемых объектов, изучают структуру энергетического баланса здания, которая включает в себя:

- трансмиссионные теплопотери;

- энергозатраты на отопление;
- энергозатраты на подогрев воздуха в системе механической вентиляции, в т.ч. при инфильтрации;
- энергозатраты на подогрев воды для горячего водоснабжения;
- затраты электрической энергии;
- бытовые теплопотупления в здание;
- энергию, поступающую за счет солнечной радиации.

Важным направлением энергосбережения в зданиях выступает уменьшение тепловых потерь в зданиях, которые происходят преимущественно:

- в виде дисперсии тепла через наружные ограждения, возникающей при нарастании разницы температур внутреннего и наружного воздуха;
- в результате усиленной инфильтрации наружного (и эксфильтрации внутреннего) воздуха под давлением ветра и вследствие возникновения на территории застройки различных аэродинамических эффектов (эффектов «угла», «вихревого ролика», Вентури и др.) при высоте застройки более 15 м (рисунок 7).



Рисунок 7 – Потери тепловой энергии через ограждающие конструкции здания

Снижение тепловых потерь в зданиях может быть достигнуто рядом объемно-планировочных и ландшафтных мероприятий (рисунок 8).



Рисунок 8 – Объемно-планировочные и ландшафтные мероприятия по снижению тепловых потерь здания

Уменьшение площади наружных ограждений при сохранении или увеличении внутреннего объема здания, т.е. повышение его пространственной и объемной компактности – одна из ключевых объемно-планировочных задач при проектировании тепловой защиты зданий. Минимальные соотношения площади поверхности к внутреннему объему имеют шар, цилиндр и куб – именно эти формы обеспечивают предельное снижение дисперсии тепла зданием.

Оптимизация площади светопроемов, обладающих высокой теплопроводностью, также влияет на величину теплопотерь в зданиях. Например, при увеличении нормативной освещенности жилых помещений с 1:5.5 до 1:4 (соотношения площадей светопроемов и пола) удельный расход теплоты возрастает в среднем на 5 % в пяти- и на 6–7 % в девятиэтажных зданиях.

Ниже, на рисунках 9-10 представлены примеры энергосберегающих решений, реализуемых во вновь строящихся и эксплуатируемых зданиях.



Рисунок 9 – Примеры энергосберегающих решений на этапе проектирования здания

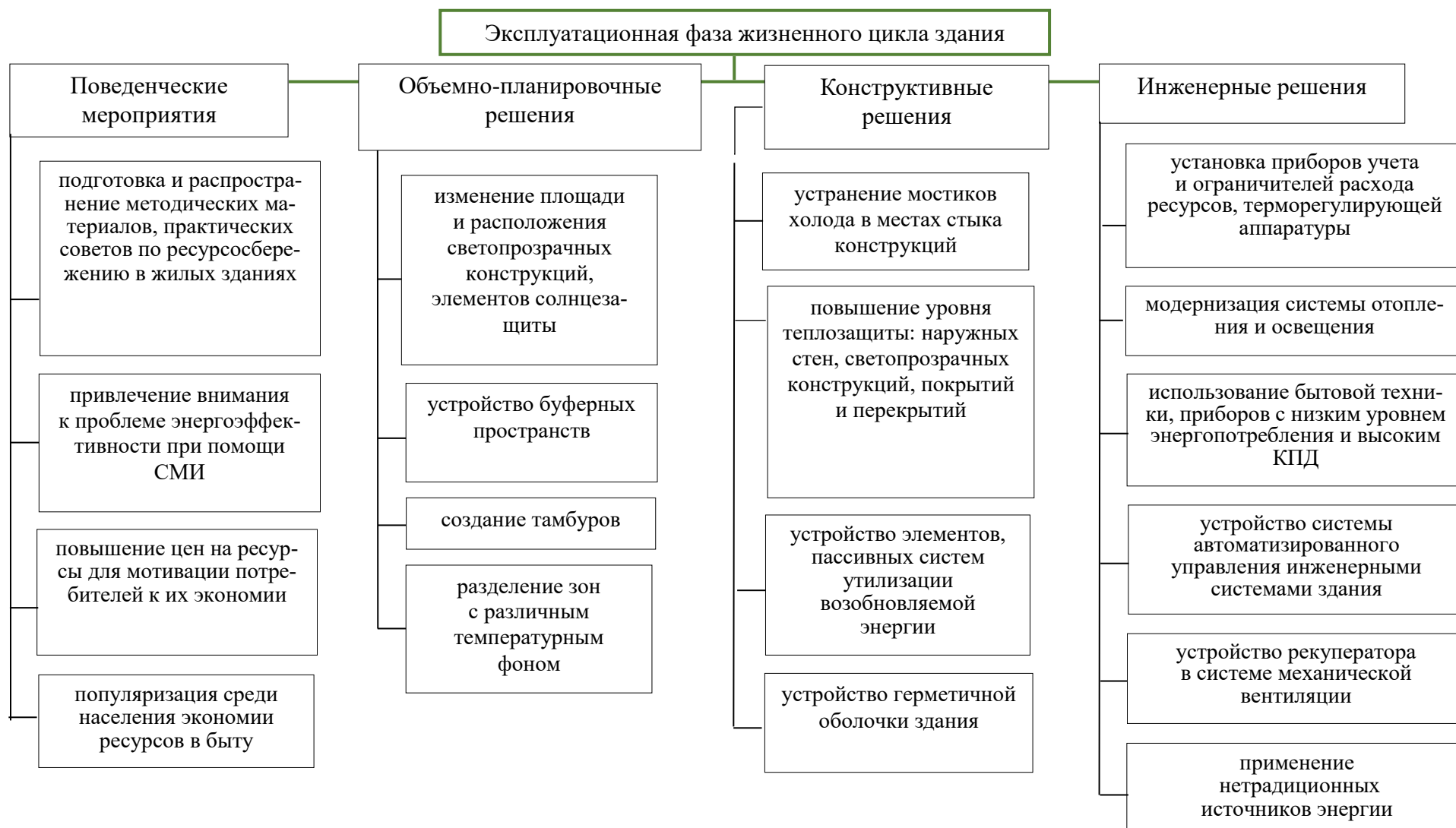


Рисунок 10 – Примеры энергосберегающих решений, реализуемых на этапе эксплуатации здания

Значительный потенциал энергосбережения заключен в тепловом зонировании отапливаемого объема здания и устройстве вокруг него так называемых буферных пространств – неотапливаемых помещений с промежуточной (относительно внутренней и внешней среды) температурой.

Скорость теплопередачи тем выше, чем больше амплитуда температур контактирующих сред, следовательно, тепловое зонирование, предполагающее формирование теплового ядра здания из помещений с максимальными расчетными температурами и теплоемкими конструкциями, и буферных пространств, формирующих двойную оболочку отапливаемого объема создают эффект «энергетического каскада» многоступенчатой теплопередачи от внутренней среды к внешней. Сокращение амплитуды температур контактирующих сред позволяет заметно снизить тепловые потери здания.

Наибольший эффект буферные пространства дают при их размещении в тех частях здания, где наблюдаются максимальные амплитуды температур отапливаемых помещений и внешней среды: в зоне покрытия (где функции буфера выполняет чердак) и у плохо прогреваемых солнцем стен северной ориентации.

Кроме того, буферные пространства защищают ограждения от ветровых воздействий, исключая нежелательную «напорную» инфильтрацию наружного воздуха и переувлажнение ограждающих конструкций здания, влекущее, как правило, резкое снижение их теплотехнических качеств и ускоренное разрушение.

Снижение скорости движения и турбулентности воздушных потоков вблизи зданий достигается использованием растительности в качестве естественных ветрозащитных барьеров. Растительные формы различной плотности и высоты способны значительно снизить скорость ветрового потока, обеспечивая при этом зоны «ветрового затишья». Суммарное снижение тепловых потерь благодаря разумному использованию растительных форм ландшафта может достигать 40 %.

Примерами конструктивных мероприятий, обеспечивающих снижение тепловых потерь в зданиях, являются:

- повышение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций за счет применения современных материалов;
- устранение мостиков холода в местах стыка конструкций;
- создание герметичной оболочки здания.

Мостик холода (температурный мост) – участок ограждающей конструкции, который обладает сниженным термическим сопротивлением и, соответственно, охлаждается сильнее по сравнению с другими частями ограждения. Тепловые мосты могут быть материальными или геометрическими.

Геометрические мостики холода возникают в тех местах, где внутренняя теплопоглощающая поверхность меньше внешней экзотермической поверхности. Такие тепловые мосты встречаются в изгибах поверхности здания: в углах,

балконах, навесах и эркерах. Избежать геометрических мостиков холода полностью практически невозможно, но желательно их минимизировать, делая форму здания более простой и компактной. При строительстве энергоэффективных зданий, в том числе пассивных домов, на это следует обращать особое внимание.

Материальные мостики холода проявляются при использовании низко- и высокотеплопроводных материалов.

Примеры мостиков холода: бетонные элементы в кирпичной или блочной кладке, стойки в каркасных домах, оконные и дверные перемычки, стык карниза и стены, элементы крепления теплоизоляции (дюбели), между балконной плитой и плитой перекрытия и др. (рисунок 11).

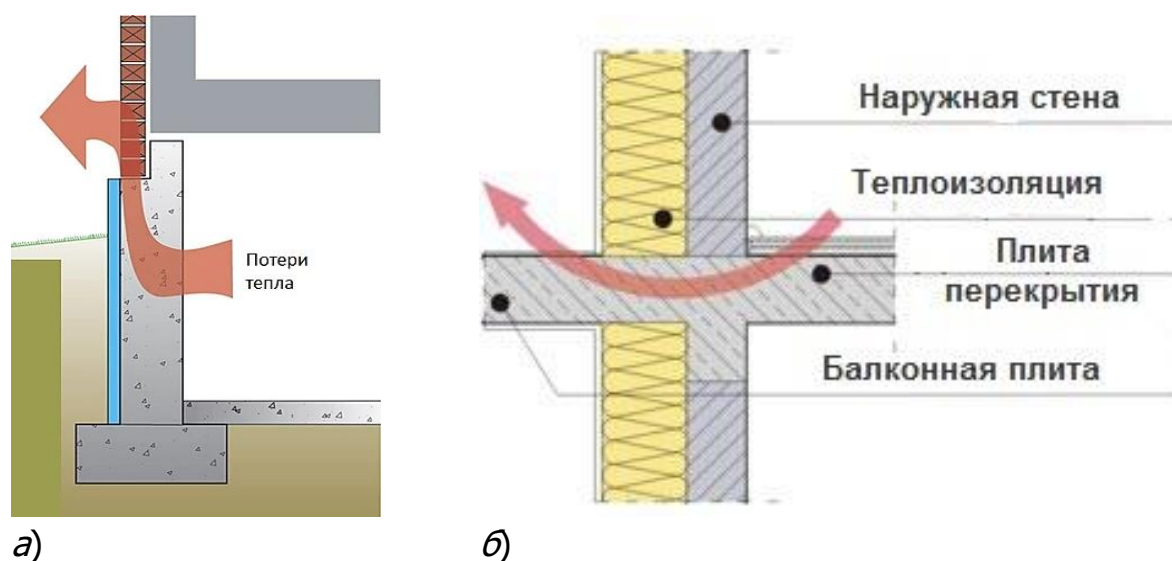


Рисунок 11 – Примеры мостиков холода:  
 а – опирание кирпичной стены на фундаментную ж/б плиту;  
 б – опирание бетонной плиты на стену

Негативное воздействие мостиков холода проявляется в виде:

- повышенного потребления энергии на отопление;
- образования и накопления водного конденсата;
- повреждения строительных элементов;
- образования плесневого грибка.

Способы устранения мостиков холода:

- герметизация оконных и дверных блоков;
- создание непрерывного слоя наружной теплоизоляции;
- избегание металлических и высокотеплопроводных элементов в конструкциях ограждений здания;
- предотвращение образование мостиков холода в швах кирпичной кладки (за счет применения менее теплопроводного раствора, используя для этого перлитовый песок) и др.

Рассмотренные выше мероприятия по устранению мостиков холода, снижению скорости воздушных потоков, оптимизации светопрозрачных конструк-



ций и т.д. направлены на снижение тепловых потерь в здании. Однако, как показывает мировая практика, для обеспечения высокой энергетической эффективности здания порой недостаточно реализовать мероприятия по снижению тепловых потерь.

Важным направлением энергосбережения, реализуемым в зданиях, является повышение эффективности инженерных систем здания, включая:

- модернизацию систем отопления и вентиляции здания;
- установку рекуператоров тепла в системе механической вентиляции;
- применение светодиодных светильников, датчиков присутствия и других энергоэффективных осветительных устройств;
- установку радиаторных регистраторов тепла;
- применение приборов и оборудования высокого класса энергоэффективности;
- применение нетрадиционных, возобновляемых источников энергии (тепловых насосов, солнечных батарей и коллекторов и др.);
- установку систем автоматизированного управления процессами, протекающими в здании (например, системы «Умный дом»).

Устройство рекуператора в системе вентиляции является непременным условием строительства энергоэффективных зданий, в т.ч. пассивных зданий в странах Европы. Рекуператор – это теплообменник поверхностного типа для использования теплоты отходящих газов, в котором теплообмен между теплоносителями осуществляется непрерывно через разделяющую их стенку (рисунок 12).

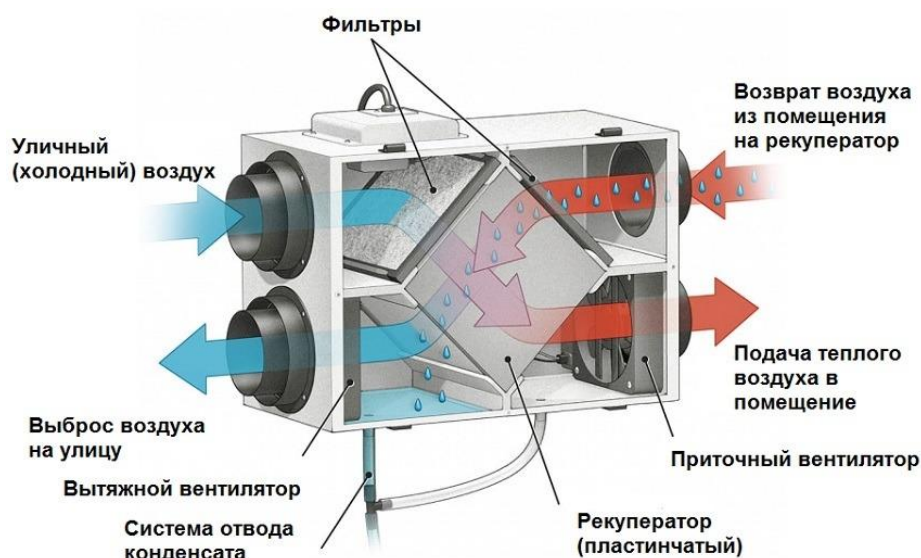


Рисунок 12 – Схема работы рекуператора в системе вентиляции здания

Установка радиаторных регистраторов расхода тепла позволяет определить долю потребления тепла комнатным отопительным прибором в общедомовом потреблении тепла. Электронное устройство регистратора фиксирует разность температуры поверхности отопительного прибора и окружающего воздуха и интегрирует ее по времени. Показания регистратора пропорциональны количеству тепла, отданного отопительным прибором.

Применение регистраторов расхода тепла для определения фактического потребления отдельными потребителями в конкретном здании лежит в основе метода поквартирного учета потребления тепла, используемого во многих европейских странах.

Возобновляемая (нетрадиционная) или «зеленая энергия» – энергия из источников, которые, по человеческим масштабам, являются неисчерпаемыми. Основной принцип использования возобновляемой энергии заключается в ее извлечении из постоянно происходящих в окружающей среде процессов и предоставлении для технического применения.

Применение возобновляемых источников энергии в зданиях в настоящее время ограничено, так как требует разработки и совершенствования методов и технологий добычи, переработки, транспортировки и накопления этих видов энергетических ресурсов, что повышает их себестоимость.

В жилых зданиях европейских стран наибольшее распространение получили солнечные коллекторы и фотоэлектрические батареи, а также установка тепловых насосов (рисунок 13).

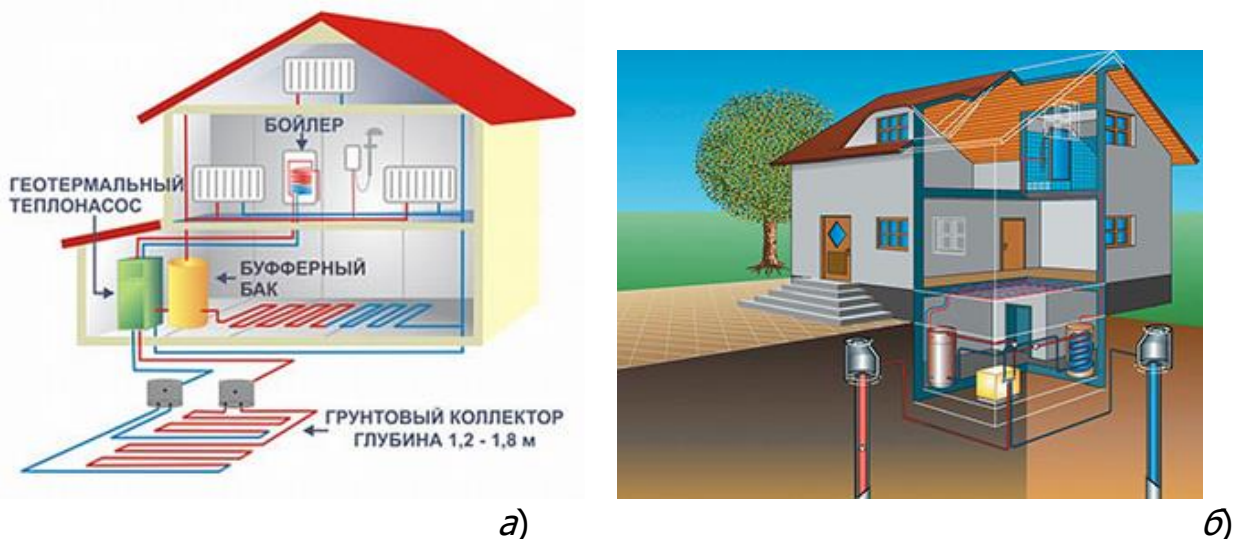


Рисунок 13 – Схема работы теплового насоса с горизонтальным (а) и вертикальным (б) грунтовым теплообменником

В Швеции, например, для производства тепла и электричества применяют преимущественно возобновляемые источники: энергия сточных вод, солнечные панели, расположенные на крышах и стенах домов, энергия от сжигания мусора. Системы отопления, основанные на солнечных батареях, обеспечивают выработку половины энергии, необходимой для горячего водоснабжения зданий Швеции, 35 % энергии поступает от избыточного тепла, вырабатываемого системами очистки сточных вод, остальное тепло производится из биотоплива.

Автоматизация процессов управления работой инженерных систем здания, в том числе на основе технологий «Умный дом», также вносит вклад в создание энергоэффективных зданий.

«Умный дом» – система автоматического управления инженерными системами здания на основе применения информационно-технических систем и

технологий, которая обеспечивает интеграцию в единую систему управления всех инженерных систем здания.

«Умный дом» осуществляет контроль за протечками в коммуникациях, обеспечивает бесперебойное питание, экономию тепловой энергии за счет рационального использования температуры среды, экономию электроэнергии за счет рационального использования естественного освещения и др.

## ЛЕКЦИЯ 6 КОМПЛЕКСНАЯ САНАЦИЯ ЗДАНИЙ

Повышение уровня энергетической эффективности эксплуатируемых зданий осуществляется в рамках ремонтных работ (текущих и капитальных ремонтов) и реконструкции.

Комплекс работ, направленных на восстановление первоначального технического состояния или достижения современных стандартов нового строительства по отношению к отдельным конструктивным элементам, а также продления срока службы объекта, с учетом технических, экономических и социальных факторов жилого дома, носит название **санация**.

Большое внимание вопросам повышения уровня энергетической эффективности уже существующих объектов уделяется в европейских странах. Например, в Германии в отношении этих зданий проводится энергетическая реконструкция, которая в зависимости от возраста и типа здания, позволяет добиться экономии энергии в размере от 50 до 80 % от исходного энергопотребления. На энергоэффективную реконструкцию зданий в Германии уже потрачено более 1,5 млрд евро. Владельцам жилья, желающих провести реконструкцию дома, предоставляются налоговые льготы в размере 20 %, а также банковские кредиты с низкой процентной ставкой.

В комплексную энергосберегающую санацию в европейских странах обязательно входят следующие мероприятия:

- замена покрытия крыши и утепление чердачного помещения;
- дополнительная изоляция фасада;
- замена окон и балконных дверей;
- изоляция потолка подвала;
- обновление отопительной системы, а также стояков холодной и горячей воды, обновление вентиляционной системы;
- интегрирование систем регенерации тепла;
- обновление входной двери, подъезда и лестничных пролетов.

В России в соответствии с № 261-ФЗ и № 384-ФЗ, капитальный ремонт и реконструкция жилых домов также должны осуществляться в соответствии с повышенными требованиями к тепловой защите ограждающих конструкций зданий и уровню их энергетической эффективности.

Согласно п. 3.2 ст. 15 ФЗ № 185, капитальный ремонт многоквартирных домов, включенных в муниципальные и региональные адресные программы, обязательно должен включать в себя выполнение работ по повышению энергоэффективности этих объектов, в том числе установку коллективных (общедомовых) приборов учета потребления ресурсов и узлов управления (тепловой энергии, горячей и холодной воды, эл. энергии, газа).

Примерный перечень работ, производимых при капитальном ремонте жилого фонда, установленный ч. 3 ст. 15 ФЗ-185:

- ремонт внутридомовых систем электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения;
- ремонт или замена лифтового оборудования, признанного непригодным для эксплуатации, ремонт лифтовых шахт;
- утепление и ремонт фасадов, крыш;
- ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в многоквартирных домах;
- установка общедомовых приборов учета ресурсов и узлов управления (тепловой энергии, горячей и холодной воды, электрической энергии, газа);
- ремонт фундаментов, в том числе на свайном основании.

При комплексном подходе формирование наиболее приемлемых вариантов энергоэффективных решений, планируемых к реализации в эксплуатируемом здании, должно происходить с учетом факторов, влияющих на энергетический баланс здания. Мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности, можно разделить на организационные и технологические (рисунок 14).

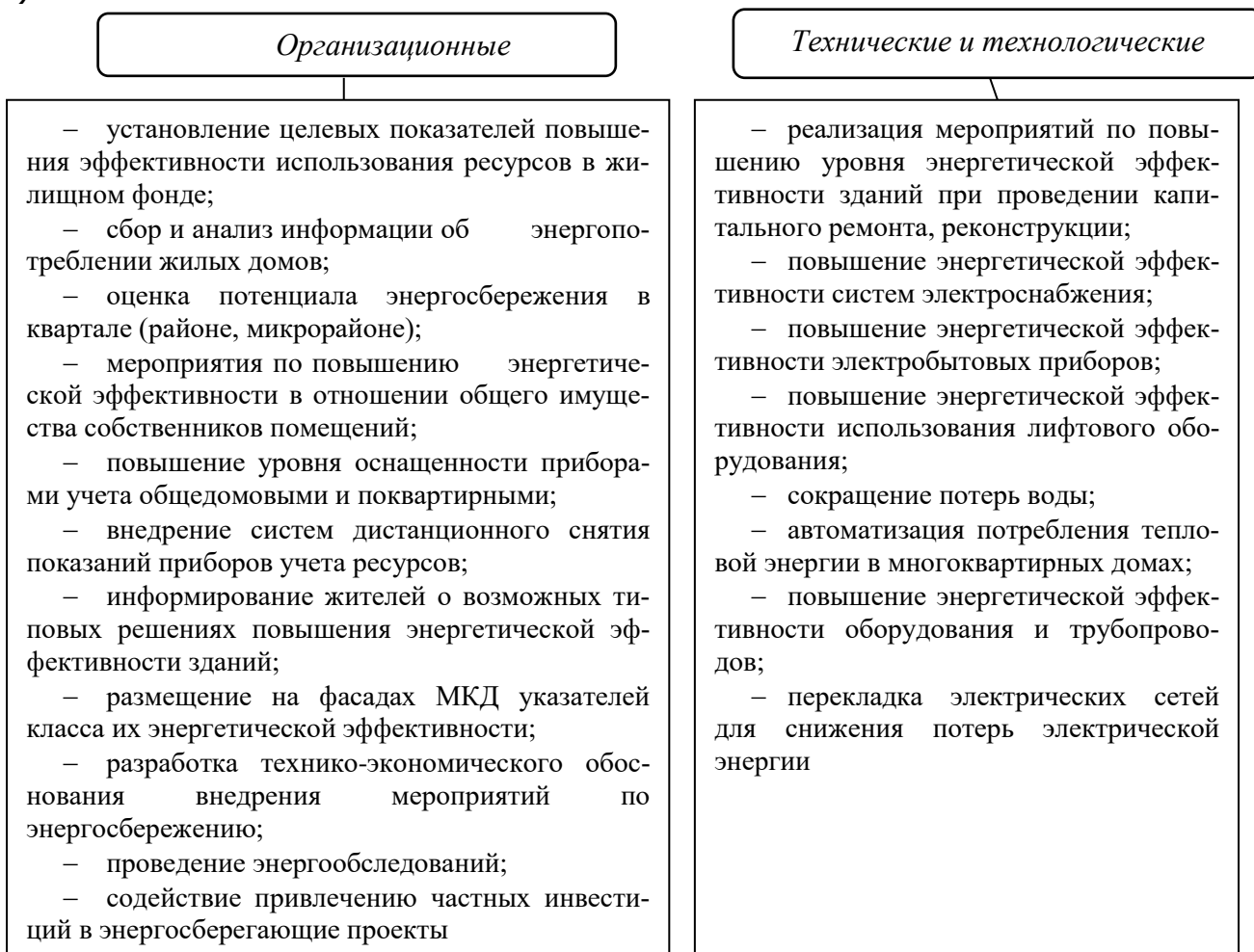


Рисунок 14 – Мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности жилищного фонда

Для реконструируемых и капитально ремонтируемых жилых зданий варьируемыми факторами, влияющими на уровень энергетической эффективности объектов, являются характеристики оболочки здания и инженерных систем (рисунок 15, 16).

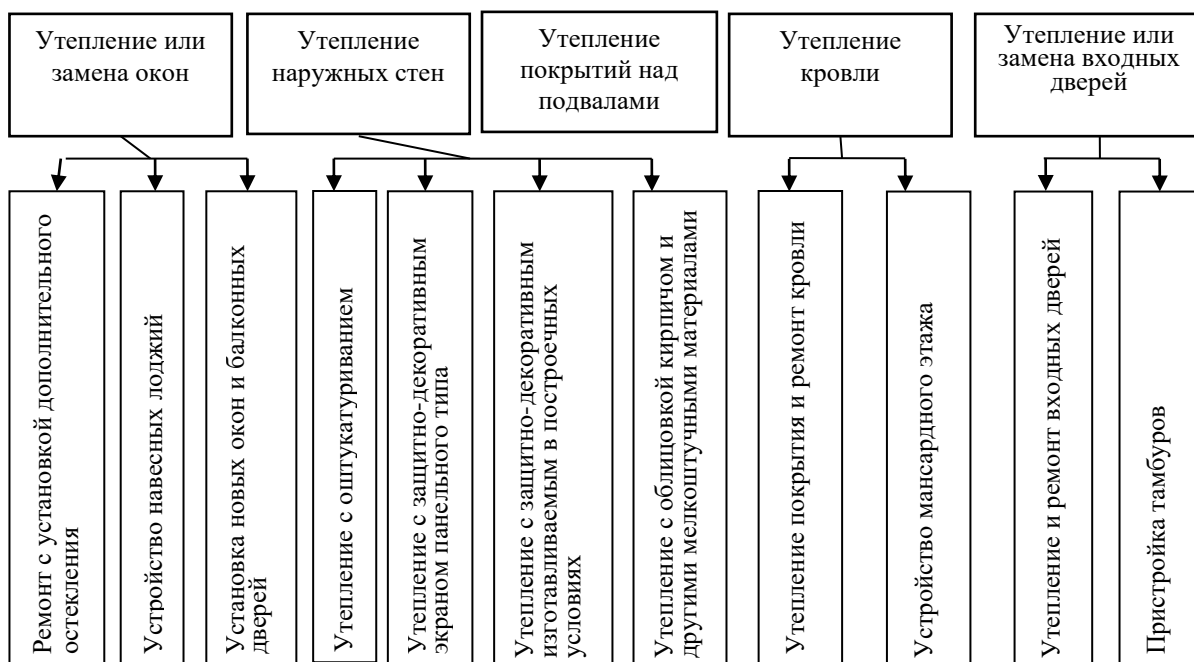


Рисунок 15 – Средства по повышению теплозащиты оболочки здания



Рисунок 16 – Мероприятия по повышению энергоэффективности инженерных систем в жилых зданиях

Ключевым звеном повышения энергоэффективности, учитывая неудовлетворительное техническое состояние значительной части жилых зданий в Рос-

сии, является реализация комплексной энергетической санации жилищного фонда – капитального ремонта с проведением энергосберегающих мероприятий. Обобщая богатый практический опыт Германии в вопросах энергетической санации зданий, все мероприятия по капитальному ремонту, с точки зрения экономии энергии, разделяют на две группы: энергетически обязательные и энергетически необязательные. Энергетически обязательные мероприятия непосредственно влияют на уровень потребления энергии в здании, что подтверждается анализом методики расчета удельного расхода тепловой энергии на отопление.

Исследования показывают, что эффективная эксплуатация зданий может быть обеспечена только проведением комплексных капитальных ремонтов с применением энергосберегающих технологий. Так, например, повышение теплофизических свойств ограждающих конструкций приводит не только к обеспечению требуемого микроклимата помещений, но и к увеличению срока эффективной эксплуатации объекта недвижимости в целом, а в будущем – к снижению эксплуатационных затрат.

## ЛЕКЦИЯ 7 ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

С целью определения уровня энергетической эффективности зданий, строений и сооружений, выполняют энергетическое обследование (энергоаудит).

**Энергетическое обследование** – комплексное исследование конкретного здания, в ходе которого определяют:

- фактическое потребление энергии (тепловой и электрической);
- параметры внутреннего климата;
- состояние технических систем и ограждающих конструкций, другие факторы, влияющие на потребление энергии;
- возможности энергетической модернизации.

Порядок проведения энергетических обследований определяется Федеральным законом №261-ФЗ. Комплексное энергетическое обследование предприятий, жилых зданий, проводится по утвержденному техническому заданию и, как правило, включает в себя 4 этапа.

### **Энергоаудит МКД включает следующие мероприятия:**

- энергетическое обследование многоквартирного дома посредством тепловизионной съемки, сбора статистической информации, измерений;
- опрос и анкетирование участников процесса производства / потребления энергоресурса;
- изучение сопутствующей нормативной базы, руководящих документов и инструкций на предприятии;
- оценка качества материалов конструкций, применяемых при постройке дома;
- расчет экономической эффективности внедрения организационных предложений/инвестиций в энергосберегающие технологии (устройства);
- анализ полученной информации, составления выводов;

- разработку теплового баланса МКД и мероприятий для повышения энергоэффективности здания;
- составления отчёта, содержащего результаты проведенного энергоаудита, оценку потенциального объёма экономии и рекомендации.

**Результатом энергоаудита** может являться:

- заключение о качестве получаемых энергоресурсов, особенно электроэнергии;*
- рекомендации по внедрению мероприятий и технологий энергосбережения;*
- рекомендации по проведению мероприятий (в том числе изменений в технологии), направленных на повышение энергоэффективности выпускаемой продукции;*
- рекомендации по замене потребляемых энергоресурсов иными видами ресурсов (например, электроэнергии на обогрев — теплом или горячим пар).*

**Цели энергетического обследования** в соответствии с п.2 ст.15 261-ФЗ:

- получение объективных данных об объёме используемых энергоресурсов;
- определение показателей энергоэффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергоэффективности;
- составление списка мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности, оценка их стоимости.

Проведение энергетического обследования осуществляют центры энергетической эффективности, являющиеся членами СРО в области энергетического обследования.

Энергетическое обследование ЗиС проводится для определения класса энергетической эффективности зданий. В энергопаспорт в результате энергетического обследования заносятся показатели энергетической эффективности, данные тепловизионного обследования ограждающих конструкций, объем использования энергоресурсов.

**Объекты энергетического обследования:**

- административные здания;
- промышленные объекты;
- многоквартирные дома;
- общественные здания.

**Требования энергетической эффективности не распространяются на:**

- культовые ЗиС;
- объекты архитектурного и культурного наследования;
- временные постройки сроком службы менее 2 лет;
- дачи, садовые дома, вспомогательные сооружения;
- здания с общей площадью менее 50 м<sup>2</sup>;
- ветхие, аварийные дома.

В отношении жилых зданий энергетическое обследование проводится обязательно 1 раз в 5 лет управляющими компаниями, если (п.1 ст.16 ФЗ №261):

- ❑ многоквартирные дома вводятся в эксплуатацию после вступления в силу ФЗ №261 от 27.11.2009 г.;
- ❑ многоквартирные дома прошли реконструкцию либо капитальный ремонт (п.6 ст.11 ФЗ №261);
- ❑ УК превышена предельная величина совокупных затрат на приобретение энергоресурсов (на приобретение природного газа, теплоэнергии, угля и электроэнергии).

Максимальная величина совокупных затрат указана в Постановлении Правительства РФ №818 от 16.08.2014 г. «Об установлении объема энергетических ресурсов в стоимостном выражении для целей проведения обязательных энергетических обследований» и составляет 50 млн. рублей. Следовательно, если совокупная сумма расходов УК за календарный год превысит 50 млн. рублей, такая компания должна обязательно провести энергетическое обследование (пп.5 п.1 ст.16 ФЗ №261).

В остальных случаях энергетическое обследование является добровольным.

## ЛЕКЦИЯ 8 ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К теплоизоляционным материалам относятся **строительные материалы и изделия, предназначенные для тепловой изоляции** ограждающих конструкций зданий и сооружений, технологического оборудования и трубопроводов. Такие материалы имеют **низкую теплопроводность** (при температуре 25°C коэффициент теплопроводности не более 0,175 Вт/(м°C)) и **плотность** (не выше 500кг/м<sup>3</sup>).

**Основная техническая характеристика** теплоизоляционных материалов - это **теплопроводность**, т.е. способность материала передавать тепло.

Другими важными свойствами теплоизоляционных материалов являются огнестойкость, прочность на сжатие, сжимаемость, водопоглощение, сорбционная влажность, морозостойкость, паропроницаемость.

Для количественного определения теплопроводности материалов применяют показатель – коэффициент теплопроводности, который показывает, какое количество тепла проходит за 1 час через образец материала толщиной 1 м и площадью 1 м<sup>2</sup> при разности температур на поверхностях ограждающей конструкции в 1°C.

Величина теплопроводности материалов зависит от плотности материала, вида, размера и расположения пор, температуры и влажности материала.

Развитие технологий сделало современные изоляционные материалы более эффективными (менее теплопроводными), экологически безопасными, отвечающими различным техническим задачам строительства.



Совершенствование свойств теплоизоляционных материалов позволяет применять их меньшей толщиной, что снижает материалоемкость строительства, массу здания и экономит топливно-энергетические ресурсы при обеспечении в помещениях нормального микроклимата.

Использование **современных теплоизоляционных материалов** позволяет значительно удешевить строительство, сократить его сроки и создать довольно легкую конструкцию.

Современные теплоизоляционные материалы, применяемые в строительстве, можно разделить на две основные группы:

- минеральные волокнистые (типа стекловолокна, каменной ваты);
- органические пенопласты (блочные, экструдированные).

У каждого из этих материалов есть свои достоинства, соответствующие сфере применения, и свои недостатки, эту сферу ограничивающие. К достоинствам минеральных материалов относятся химическая стойкость, стабильность размеров, низкое влагопоглощение и хорошие звукопоглощающие свойства. Благодаря своей структуре эти материалы не горят и не выделяют опасных для человека веществ.

В зависимости от сырья, из которого производят теплоизоляционные материалы, они классифицируются на неорганические и органические.

Неорганические – теплоизоляционные материалы на основе минерального сырья – горных пород, шлаков, стекла и асбеста.

Органические – производят из различного растительного сырья: отходов древесины, торфа, очесов льна, конопли, из шерсти животных, а также на основе полимера. Многие органические теплоизоляционные материалы подвержены быстрому загниванию, порче различными насекомыми и способны к возгоранию, поэтому их предварительно подвергают обработке.

Примеры неорганических теплоизоляционных материалов:

1) *Минеральная вата* – теплоизоляционный материал, получаемый из расплава горных пород или металлургических шлаков и состоящих из стеклообразных волокон и различных неволоконистых включений в виде капель силикатного расплава и микроскопических обломков волокон. Теплопроводность – 0,042-0,046 Вт/(м\*°С). Обладает высокой морозостойкостью, малой гигроскопичностью.

2) *Вспученный перлит* – это пористый сыпучий материал, получающийся вспучиванием природного перлита во вращающихся или шахтных печах при температуре 900-1200 °С. Вспученный перлит в виде песка представляет собой зерна белого или серого цвета с воздушными замкнутыми порами. Перлитовый песок применяют в растворах и бетонах, идущих для приготовления теплоизоляционных изделий, огнезащитных штукатурок, а также для теплоизоляционных засыпок.

3) *Стекловолоконная вата* – это волокнистый теплоизоляционный материал, получаемый из расплавленной стекломассы. Стекловолоконная вата имеет повышенную химическую стойкость и теплопроводность, не горит и не тлеет. Производными стекловаты являются *базальтовое супертонкое стекловолокно* и пеностекло.

4) *Вспученный вермикулит* – получают ускоренным обжигом до вспучивания горной породы вермикулита из группы гидрослюд.

Примеры органических теплоизоляционных материалов:

1) *Древесноволокнистые плиты (ДВП)* – применяют для тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций. Изготавливаются из распушенной древесины или иных растительных волокон - неделовой древесины, отходов лесоперерабатывающей промышленности, костры, соломы, камыша, хлопчатника.

2) *Камышитовые плиты*, или просто камыш, применяют для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий III класса, при строительстве малоэтажных жилых домов, небольших производственных помещений в с/х строительстве. Это теплоизоляционный материал в виде плит, спрессованных из стеблей камыша, которые затем скрепляются стальной оцинкованной проволокой.

3) *Торфяные теплоизоляционные изделия* – изготавливают в виде плит, скорлуп и сегментов и используют для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий III класса и поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов от -60 до +100°C. Сырьем для их производства служит малоразложившийся верховой торф, имеющий волокнистую структуру, что способствует получению из него качественных изделий путем прессования.

4) *Цементно-фибритовые плиты* – теплоизоляционный материал, полученный из затвердевшей смеси портландцемента, воды и древесной шерсти. древесная шерсть выполняет роль армирующего каркаса.

5) *Фибритовые плиты* применяют в качестве теплоизоляционного, теплоизоляционно-конструктивного и акустического материала для стен, перегородок, перекрытий и покрытий зданий. Фибритовые плиты получают формованием и тепловой обработкой орг. коротковолнистого сырья.

6) *Пробковые теплоизоляционные материалы* применяют для теплоизоляции ограждающих зданий, холодильников и поверхностей холодильного оборудования. Изготавливают их путем прессования измельченной пробковой крошки, которую получают как отход при производстве закупорочных пробок из коры пробкового дуба.

7) *Теплоизоляционные пенопласты* в виде газонаполненных пластмасс, а также минераловатных и стекловатных изделий изготавливают на полимерном связующем.

8) *Древесностружечные плиты ДСП* – получают горячим прессованием массы состава 90%, древесной шерсти 7-9%, синтетические смолы + антисептик + антипирены.

9) *Войлочные материалы* изготавливают из грубой конской или коровьей шерсти с примесью льняной пакли. Войлок используют при утеплении стен и потолков, помещая его под штукатурку. Войлок не гниет и не горит, но он может тлеть, имеет большое водопоглощение, служит средой для размножения моли.

## ЛЕКЦИЯ 9 ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

Оценка энергетической эффективности зданий во многих странах мира имеет схожий алгоритм, основанный на определении показателей энергетической эффективности зданий в процессе обследования или расчетного моделирования. По результатам энергосертификации зданию присваивают определенную маркировку (рисунок 17).



Рисунок 17 – Общая схема разработки энергетического паспорта/сертификата здания

Системы энергетических сертификатов и маркировок зданий разных стран основаны на национальной нормативной и законодательной базе, взаимосвязаны с финансовыми механизмами, льготами и субсидиями при строительстве новых, ремонте и реконструкции существующих зданий.

Отличия систем энергетических паспортов зданий в различных странах заключаются в количестве факторов и видах энергии, учитываемых при оценке энергопотребления, а также в продолжительности периода оценки.

В соответствии с российским и европейским законодательством **оценка энергетической эффективности зданий производится:**

– при проектировании здания – путем расчета показателей энергетической эффективности здания и заполнения энергопаспорта объекта;

- при вводе законченного строительством/капитальным ремонтом или реконструкцией объекта в эксплуатацию – расчетно-аналитическим методом, на основе фактических данных приборов учета энергетических ресурсов;
- на этапе эксплуатации здания – по результатам энергетического обследования строительного объекта.

**В России к показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности, относят:**

- показатель удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию для всех типов зданий, строений, сооружений;
- показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды и показатель удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение для многоквартирных домов;
- класс энергетической эффективности зданий.

**На этапе проектирования зданий** в России энергетическая сертификация осуществляется в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012, **на этапе эксплуатации** – согласно приказу № 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

К показателям, характеризующим уровень энергетической эффективности зданий в ЕС относятся:

- удельный годовой расход первичной энергии в расчете на 1 м<sup>2</sup> общей площади здания;
- показатель выбросов CO<sub>2</sub>;
- показатель выработки зданием энергии, излишки которой могут направляться в общегородскую сеть;
- класс энергетической эффективности здания.

Особенностью методических подходов ЕС к оценке энергетической эффективности зданий является:

- принцип оценки и учета экологического воздействия зданий на окружающую среду;
- рассмотрение здания как единой энергосистемы, т.е. в энергобалансе здания учитывается не только вторичное, но и первичное потребление энергии, для которого нормами установлены предельные допустимые значения.

Класс энергетической эффективности зданий в России и ЕС устанавливается по величине отклонения проектного, расчетного или фактического значения удельного годового расхода энергетических ресурсов от нормируемого значения. В качестве критерия оценки выступает соотношение вида:

$$\frac{q^{fac} - q^{req}}{q^{req}} \text{ или } \frac{q^{des} - q^{req}}{q^{req}},$$

где  $q^{des}$ ,  $q^{fact}$ ,  $q^{req}$  – это проектное (расчетное), фактическое и нормируемое значение расхода энергетических ресурсов зданием соответственно.

В России нормируемое значение потребности в энергетических ресурсах проектируемых зданий определяется по СП 50.13330.2012 в зависимости от типа здания, его местонахождения, отапливаемого объема и этажности. Для экс-

платулируемых зданий в качестве нормируемого значения выступает базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов, отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на общедомовые нужды, многоквартирных жилых домов.

Обозначение класса энергетической эффективности эксплуатируемых зданий в России осуществляется латинскими буквами по шкале от «G» (самый низкий) до «A++» (самый высокий) по аналогии с действующей в Европе маркировкой согласно стандарта EN 15217 «Энергоэффективность зданий. Методы выражения энергетических характеристик зданий и сертификация энергопотребления зданий» (таблица 2).

Таблица 2

Пример градации классов энергетической эффективности эксплуатируемых зданий, принятой в России согласно Приказу Минстроя России № 399/пр

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A++	Высочайший	-60 включительно и менее
A+	Высочайший	от -50 включительно до -60
A	Очень высокий	от -40 включительно до -50
B	Высокий	от -30 включительно до -40
C	Повышенный	от -15 включительно до -30
D	Нормальный	от 0 включительно до -15
E	Пониженный	от +25 включительно до 0
F	Низкий	от +50 включительно до +25
G	Очень низкий	более +50

В странах ЕС оценка энергоэффективности зданий и проверка соответствия значений энергопотребления требованиям норм на стадии проектирования обязательна для проектировщика. При этом в странах ЕС расчет энергоэффективности зданий могут осуществлять только эксперты, имеющие соответствующую лицензию. В Дании, Ирландии, Португалии и Швеции результаты расчетов представляются в виде годового потребления зданием конечной энергии, в Германии, Франции, Голландии, Греции – в виде годового потребления первичной энергии, в Испании и Финляндии – в виде коэффициента теплопередачи отдельных элементов ограждающей конструкции здания.

В ЕС в рамках Директивы 2010/31/ЕС EPBD, начиная с декабря 2020 г., все вновь строящиеся здания должны иметь низкое энергопотребление – менее 45 кВт/м<sup>2</sup> в год. Данное требование является обязательными для исполнения всеми странами-членами Европейского Союза, при этом каждая страна-участница может устанавливать свои (более жесткие) требования в области энергоэффективности зданий. Таким образом, в ЕС действует стратегия минимальных требований к европейским энергетическим характеристикам зданий.

Для сравнения, уровень расхода энергетических ресурсов на отопление, электроснабжение, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных жилых зданий этажностью выше 12 и класса энергетической эффективности А++, расположенных в г. Ростове-на-Дону, согласно действующим российским нормам, в 2020 г. должен составлять не более 85,2 кВт/м<sup>2</sup> в год, для зданий менее 12 этажей этот показатель существенно выше.

При вводе зданий в эксплуатацию класс энергоэффективности присваивается по показаниям приборов учета, причем расчет ведется по ускоренной методике. Поскольку в первые годы эксплуатации новых зданий энергопотребление отличается от энергопотребления при обычной эксплуатации (из-за сушки бетона, частичной заселенности и т.д.), класс энергоэффективности необходимо подтверждать в России – через 5 лет для новых домов, в Европе – через 3 года. Согласно № 261 ФЗ, при высоком классе энергоэффективности здания («В», «А», «А+», «А++») гарантийный срок сохранения показателей энергопотребления составляет не 5, а 10 лет. Для многоквартирных домов ответственность застройщика сохраняется на этот период. До окончания гарантийного срока должно быть проведено подтверждение класса энергетической эффективности здания. Если будут обнаружены значительные отклонения, то собственники могут потребовать от застройщика устранить указанные расхождения.

В Германии для всех типов зданий установлен 5-летний гарантийный срок сохранения энергетической эффективности вновь построенного, реконструированного или прошедший капитальный ремонт здания. При этом ответственность за соответствие здания требованиям стандарта EnEV 2009 возложена не только на застройщика, но и на проектировщика, а также подрядчика, выполнившего на объекте строительные работы или работы по монтажу инженерного оборудования.

Результат оценки энергетических характеристик здания оформляется в России в форме многостраничного документа – энергопаспорта, а в странах Европы – энергетического сертификата здания.

В России энергопаспорт – это документ, содержащий геометрические, теплотехнические, энергетические характеристики здания и его отдельных элементов, оценку соответствия их требованиям действующего законодательства, а также класс энергосбережения здания.

Энергетический паспорт здания разрабатывается на этапе проектирования объекта в составе раздела 10-1 проектной документации и корректируется по фактическим значениям сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, которые определяются по результатам натурных измерений.

Энергетический сертификат зданий, принятый в Европе, в соответствии с Директивой 2002/91/ЕС EPBD является обязательным документом для осуществления сделок с объектами недвижимости. Срок действия сертификата не должен превышать 10 лет. Для жилых многоквартирных зданий энергетический

сертификат разрабатывается каждые 3 года на основании данных о реальном потреблении тепловой энергии.

В 2014 г. были внесены очередные правки в Закон об энергосбережении (EnEV) Германии, в частности была обновлена градация классов энергетической эффективности зданий, введен новый класс – Н (таблица 3). Появилось требование о необходимости размещения информации об уровне энергопотребления здания в рекламе коммерческой недвижимости.

Таблица 3

**Сравнительный анализ градации классов энергетической эффективности зданий в России и Европе**

Германия (стандарт EnEV 2014)		Россия (Приказ Минстроя РФ №399/пр)	
класс энергетической эффективности	конечное потребление энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup> в год	класс энергетической эффективности	конечное потребление энергии, кВт·ч/м <sup>2</sup>
A+	< 30		
A	30-50		
B	51-75	A++	<82
C	75-100	A+	82-103
D	100-130	A	103-124
E	130-160	B	124-144
F	160-200	C	144-175
G	200-250	D	175-207
H	> 250	E	207-258
		F	258-310
		G	>310

Из таблицы видно, что немецкие нормы в части энергетической эффективности зданий более жесткие, чем принятые в России. Здания, соответствующие требованиям энергетической эффективности и имеющие класс – «А ++» «высочайший» по российский действующим нормам, будут соответствовать классу «В» немецких норм.

## **ЛЕКЦИЯ 10 ПРАВИЛА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОБ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ В СООТВЕТСТВИИ С РОССИЙСКИМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ**

Большая часть мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности многоквартирного дома, связаны с общим имуществом (ограждающими конструкциями, инженерными коммуникациями) и проводятся одновременно с ремонтом, реконструкцией или заменой отдельных объектов общего имущества.

Общедомовые приборы учета и регулирования потребления коммунальных ресурсов также являются общим имуществом собственников помещений и

их установка – это приращение общего имущества. Поэтому решения о проведении и финансировании этих мероприятий должны принимать собственники помещений в многоквартирном доме на общем собрании (пункт 1 части 2 статьи 44 жилищного кодекса РФ) по правилам, установленным для принятия решений о проведении ремонтов или реконструкции общего имущества в многоквартирном доме.

Общие правила принятия решений в МКД:

1. Решение общего собрания собственников помещений в МКД о его реконструкции (в том числе с его расширением или надстройкой) или о ремонте общего имущества принимаются большинством не менее двух третей голосов от общего числа голосов собственников помещений МКД (часть 1 статьи 46 ЖК РФ).

2. Уменьшение размера общего имущества в МКД возможно только с согласия всех собственников помещений в данном доме путем его реконструкции (часть 3 статьи 36 Жилищного кодекса РФ).

3. Решение о размере платы на содержание и ремонт общего имущества в МКД определяется общим собранием собственников помещений МКД (часть 7 статьи 156, часть 2 статьи 158 ЖК РФ), а в случае, если в доме создано товарищество собственников жилья – органами управления товарищества (часть 8 статьи 156, пункты 2 и 3 части 1 статьи 137 ЖК РФ).

### **Правила принятия решения о проведении мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности общего имущества МКД на общем собрании**

В соответствии с ч. 2 ст. 44 и ч. 1 ст. 46 ЖК РФ решение принимается:

- при проведении указанных мероприятий в рамках **текущего ремонта** в соответствии с договором управления или уставной деятельностью организации, управляющей МКД, — **большинством голосов от общего числа голосов**, принимающих участие в данном собрании собственников помещений;

- при проведении указанных мероприятий в рамках **капитального ремонта, реконструкции, модернизации общего имущества** в МКД — большинством **не менее двух третей голосов** от общего числа голосов собственников помещений;

- в случае, если для проведения работ по повышению энергоэффективности МКД необходимы его **реконструкция либо модернизация** (связанные с ними переустройство, перепланировка), проведение которых в конкретном доме невозможно без изменения границ и размера общего имущества, то проведение общих собраний собственников помещений в таком доме должно осуществляться с учетом требований ст. ст. 36, 40 ЖК РФ;

- решение по иным вопросам (например, выбор счетной комиссии, порядок контроля за сроками и качеством работ в ходе проведения мероприя-



тий и т.п.) считается принятым, если за него проголосовало большинство голосов от общего числа голосов, принявших участие в голосовании.

Для проведения работ по энергосбережению и повышению энергоэффективности многоквартирного дома необходимо принятие положительного решения общего собрания собственников помещений в многоквартирном доме по следующим основным вопросам:

- о проведении энергетического обследования многоквартирного дома;
- о проведении энергосервисных мероприятий (работ по энергосбережению) в МКД, предложенных в результате энергетического обследования и повышающих эффективность использования поставляемых энергетических ресурсов, в соответствии с разработанной проектно-сметной документацией;
- об объеме, источниках и способах финансирования данных мероприятий;
- о выборе лиц, уполномоченных собственниками на осуществление контроля над производством данных работ в многоквартирном доме и приемке после их завершения.

В ходе голосования собственникам помещений МКД необходимо разъяснить, что они имеют право отказаться от предложенных мероприятий в целом, либо согласиться с отдельными видами и объемами работ по энергосбережению, определенными на основании энергетического обследования МКД.

## **ЛЕКЦИЯ 11 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Экономические аспекты эффективности энерго- и ресурсосберегающих мероприятий определяются системой показателей, отражающих соотношение затрат на проведение мероприятий к получаемым результатам, в т.ч. финансовым.

В зависимости от масштабности мероприятий по энергосбережению для оценки экономической эффективности их реализации на практике используют простые (без учета фактора времени) и интегральные (дисконтированные) показатели:

- простой и дисконтированный срок окупаемости;
- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- индекс доходности инвестиций (ИД);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- совокупные дисконтированные затраты по проекту (СДЗ);
- показатель сравнительной эффективности энергосбережения и др.

Формулы для расчета указанных выше показателей экономической эффективности ресурсосберегающих решений приведены в таблице 4.

Таблица 4

Сравнительный анализ показателей экономической эффективности  
энергосберегающих проектов

Наименование показателя	Физический смысл	Формула расчета	Критерий приемлемости
Простой срок окупаемости ( $T_{ок}$ )	Показывает время, требуемое для возмещения первоначальных расходов	$T_{ок} = \frac{K}{CF}$ где $T_{ок}$ – простой срок окупаемости капиталовложений; $K$ – объем первоначальных инвестиций; $CF$ – среднегодовая стоимость денежных поступлений от реализации проекта	$T_{ок} \rightarrow \min$ (чем меньше срок окупаемости, тем лучше проект)
Дисконтированный срок окупаемости ( $T_{ок}^{диск}$ )	Показывает время, требуемое для возмещения первоначальных расходов с учетом изменения стоимости денег во времени	$T_{ок}^{диск} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \geq K,$ где $n$ – число периодов реализации проекта; $CF_t$ – приток денежных средств в период $t$ ; $r$ – ставка дисконтирования; $K$ – объем первоначальных инвестиций	$T_{ок}^{диск} \rightarrow \min$ (чем меньше срок окупаемости, тем лучше проект)
Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	Показывает общий размер реальной прибыли, которую принесет проект за весь свой срок существования	$ЧДД = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+r)^t} - K$ где $R_t$ – приток денежных средств в период $t$ ; $Z_t$ – затраты на $t$ -шаге; $\frac{1}{(1+r)^t}$ – коэффициент дисконтирования; $r$ – норма доходности, приемлемая для инвестора (ставка дисконтирования); $K$ – объем первоначальных инвестиций	Если $ЧДД > 0$ , то проект реализуется. Если $ЧДД < 0$ , реализация проекта принесет убытки. $ЧДД = 0$ – проект имеет смысл при условии, что его реализация даст инвестору иные не денежные выгоды. Чем больше $ЧДД$ , тем эффективнее проект.

Наименование показателя	Физический смысл	Формула расчета	Критерий приемлемости
Величина совокупных дисконтированных затрат (СДЗ)	Отражает превышение годовой экономии расходов на тепловую энергию с учетом изменения цен и тарифов на энергоносители над годовым процентом за кредит/упущенную прибыль, которую можно было бы получить, вложив деньги в банк, а не в энергосбережение	$СДЗ = K \cdot (1+p/100)^T + Э \cdot [(1+p/100)^T - 1] \cdot (100/p),$ где К – общие капитальные затраты, руб.; Э – суммарные годовые эксплуатационные издержки, руб./г.; p – норма дисконта, %.	$СДЗ \rightarrow \min$ Выбор осуществляют в пользу проекта, который будет сопряжен с наименьшими годовыми СДЗ
Показатель эффективности энергосберегающих мероприятий с учетом тарифов на энергию (d)	Характеризует соотношение стоимости сэкономленной энергии и затрат на реализацию мероприятия	$d = \sum_{t=1}^T \frac{C_t \cdot \Delta E_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{I_t + O_t}{(1+r)^t}$ где $\Delta E_t$ – объем энергии, сэкономленный в t-ом году; r – ставка дисконтирования; T – жизненный цикл проекта; $I_t$ – объем капиталовложений в t-ом году; $O_t$ – эксплуатационные затраты в t-ом году; $C_t$ – величина тарифа на энергию.	Если $d > 0$ , проект эффективен. Если $d < 0$ , проект неэффективен. При $d = 0$ достигается минимально допустимая эффективность проекта. Если $C_t = \text{const}$ и $\sum_{t=0}^T \frac{I_t + O_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=1}^T \frac{\Delta E_t}{(1+r)^t} > C_t$ , проект неэффективен
Уровень (индекс) рентабельности и инвестиций ( $PI^A$ )	Отношение суммы всех дисконтированных денежных потоков к дисконтированному инвестиционному расходу. Характеризует рентабельность проекта – степень эффективности использования денежных ресурсов по проекту.	$PI^A = \frac{ЧДД}{K},$ где $PI^A$ – индекс (показатель) рентабельности инвестиций; ЧДД – чистый дисконтированный доход, руб. K – капитальные вложения, руб.	Если $PI^A > 1$ , то проект принимается к реализации, при $PI^A < 1$ – проект следует отвергнуть. При $PI = 1$ проект является ни прибыльным, ни убыточным и для принятия решения по реализации энергосберегающего проекта, его следует оценить по другим показателям.

Наименование показателя	Физический смысл	Формула расчета	Критерий приемлемости
<b>Внутренняя норма доходности (рентабельности) (ВНД или IRR)</b>	Такая величина нормы дисконта, при которой ЧДД = 0.	$-K + \sum_{t=0}^T \frac{R_t}{(1+IRR)^t} = 0,$ где $K$ – первоначальные капиталовложения; $R_t$ – получаемая экономия энергии в стоимостном выражении в $t$ -ом году; $T$ – жизненный цикл проекта при норме дисконта $r$	Если $r < IRR$ , то проект эффективен. Если $r > IRR$ , то проект неэффективен. Чем $r \ll IRR$ , тем устойчивее проект
<b>Показатель сравнительной эффективности энергосбережения (Э)</b>		$\mathcal{E} = \mathcal{E}_z / \Delta C,$ где $\mathcal{E}_z$ – объем сэкономленной энергии на отопление здания за отопительный период, Гкал или кВт·ч;  $\Delta C$ – дополнительные затраты, связанные с повышением тепловой защиты здания, руб.	$\mathcal{E} \rightarrow \max$ Оптимальная эффективность энергосбережения достигается, когда отношение экономии энергии на отопление здания к затратам на его дополнительную теплозащиту имеет максимально возможное значение

Простые критерии применяют для оценки экономической эффективности малозатратных мероприятий с единовременными затратами на их реализацию и равными поступлениями доходов на протяжении жизненного цикла проекта. Для оценки больших проектов в области ресурсосбережения, характеризующихся неодинаковыми потоками денежных средств (доходов и расходов) на протяжении жизненного цикла проекта, используют показатели, рассчитываемые с применением дисконтирования.

Современным методом оценки эффективности реализации ресурсосберегающих проектов является анализ стоимости жизненного цикла (СЖЦ) вариантов проекта (Life-Cycle Cost Analysis (LCCA) Method). В его основе лежит следующий принцип: энергетическая эффективность здания и экономические аспекты принимаемых мер должны быть сбалансированы, т.е. экономически оптимальный уровень затрат на реализацию ресурсосберегающих решений должен соответствовать такому уровню энергетической эффективности здания, при котором стоимость его жизненного цикла будет минимальна. При этом в стоимость жизненного цикла укрупненно включаются капитальные затраты, стоимость технического обслуживания, эксплуатации, а также расходы на утилизацию объекта. Life-Cycle Cost Analysis метод позволяет выбрать среди нескольких вариантов проектных решений наилучший вариант в данных конкретных условиях путем сравнения получаемой СЖЦ здания по каждому варианту.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон № 261-ФЗ [принят Госдумой 11 ноября 2009 г.] // Государственная Дума РФ. – 2009.
2. ГОСТ Р 53905-2010 Энергосбережение. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2011. – 22 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 2003-23-02. – Москва : Минрегион России, 2012. – 132 с.
4. Приказ Минстроя № 399/пр от 06.06.2016 «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».
5. Energy Saving Ordinance 2009 // Info portal Energieeinsparung [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/EN/Archive/EnEV/enev\\_node.html](https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/EN/Archive/EnEV/enev_node.html) (дата обращения: 13.01.2020).
6. Распоряжение Правительства РФ от 01.09.2016 № 1853-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по повышению энергетической эффективности зданий, строений и сооружений».
7. Directive 2002/91/EU of the European parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings // European Environment Agency [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.legislation.gov.uk/eudr/2002/91/contents> (дата обращения: 15.12.2019).
8. Приказ Минстроя РФ № 1550/пр от 17.11.2017 «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений».
9. Колер Ш. Немецкий опыт повышения энергоэффективности в секторе зданий / Ш. Колер. – Deutsche Energie-Agentur (DENA). – 2013. – 28 с.
10. Официальный сайт EnEv [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://enev-online.de/eewaermeg/2011/index.htm> (дата обращения: 13.01.2020).
11. Показатели эффективности энергосберегающих мероприятий [Электронный ресурс] // Блог энергетика по отоплению, вентиляции и кондиционированию – Энергосбережение. 2011. – Режим доступа: <http://engineerishka.ru/energoberezhenie/pokazateli-effektivnosti-energoberegayushhix-meropriyatij.html> (дата обращения: 10.07.2016).
12. Качан, Ю. Г. Об экономической целесообразности проектов энергосбережения и ее обеспечении / Ю.Г. Качан, Е. А. Братковская // Новости научной мысли. Экономические науки: матер. II междунар. науч-практич. конф. – 2008. – С. 35847–35848.
13. Прохоров, В. И. Энергосбережение и энергоэффективность: стратегия и реализация [Электронный ресурс] / В.И. Прохоров // СОК. – 2011. – №10. – Режим доступа: <http://www.c-o-k.ru/articles/energoberezhenie-i-energoeffektivnost-strategiya-i-realizaciya>.
14. Клычников, Р. Ю. Оптимизация параметров теплозащиты жилых зданий по экономическому критерию / Р. Ю. Клычников, В. А. Езерский, П. В. Мо-

настырев // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 1. – С. 13–16.

15. Миненко, Е.Н. Анализ особенностей применения метода оценки стоимости жизненного цикла зданий в России и за рубежом / С. Г. Шеина, Е.О. Миргородская, Е.Н. Миненко // Строительство и техногенная безопасность. – 2015. – № 1(53). – С. 76–80.