



# **Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе**

**СКИФ**



**Кафедра «Городское строительство и  
хозяйство»**

**Лекционный курс**

**Автор**

**Шейна С.Г.**

## **Аннотация**

Лекционный курс предназначен для магистрантов направления 08.04.01 «Строительство», профессионально-образовательная программа «Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений».

## **Автор**

**Шеина Светлана Георгиевна –**

**Д.т.н., профессор, зав. кафедрой «ГСиХ»**

Сфера научных интересов – Градостроительство, реконструкция городской застройки, информационные технологии в управлении территориями

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция 1. ....	4
<b>Роль энергетики в развитии человеческого общества. Виды энергетических ресурсов. Энергетический кризис</b> .....	<b>4</b>
Лекция 2. ....	15
<b>Нормативно-правовые акты в области энергосбережения. Энергетическое обследование. Основные направления энергосбережения.</b> .....	<b>15</b>
Лекция 3. ....	23
<b>Комплексная реконструкция зданий. Правила принятия решения об энергосберегающей модернизации многоквартирных домов</b> .....	<b>23</b>
Лекция 4. ....	33
<b>Методы повышения энергоэффективности городских территорий путем реконструкции</b> .....	<b>33</b>
Лекция 5. ....	54
<b>Мероприятия по энергоэффективной модернизации и ремонту зданий в России. Виды и классификация.</b> .....	<b>54</b>

## Лекция 1.

### Роль энергетики в развитии человеческого общества. Виды энергетических ресурсов. Энергетический кризис

Процесс потребления энергии на нашей планете исторически протекал очень неравномерно. На рис. 1 показаны изменения потребления энергии человечеством во времени. Кривая указывает на резкое возрастание потребления энергии начиная с XX века.

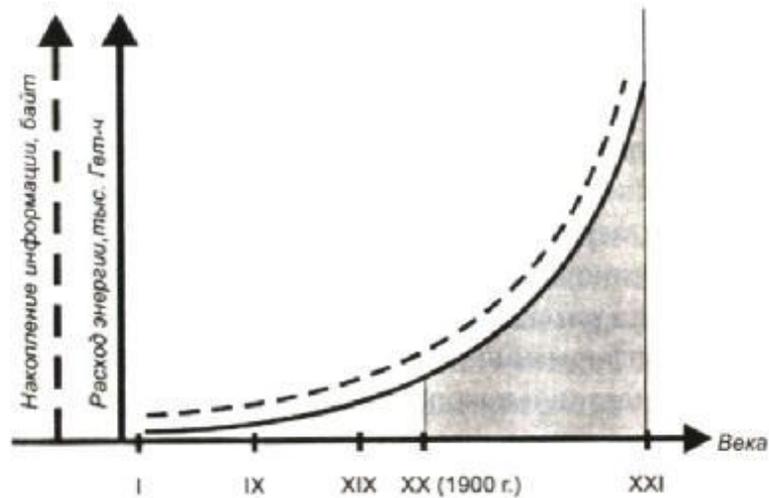


Рис. 1. Динамика потребления энергии на Земле и развития человеческой цивилизации.

Усложнение человеческой деятельности на каждом новом этапе исторического развития привело к нехватке энергии, необходимо было найти новые источники энергии. Энергия – это ключ к устойчивому развитию любого государства, каждое из них стремится разработать такие способы энергоснабжения, которые наилучшим образом смогли бы обеспечить развитие государства, при одновременном сведении к минимуму воздействия человеческой деятельности на здоровье человека и окружающую среду.

#### 1.1 Виды энергии и энергетических ресурсов

В международной системе единиц в качестве единицы энергии принят 1 Джоуль (Дж)  $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Ньютон-метр (Н} \cdot \text{м)}$ .

Если расчеты связаны с тепловой энергией в качестве энергии используется калория (кал) или килокалория (ккал):  $1 \text{ кал} = 4,18 \text{ Дж}$ .

Для измерения электрической энергии используется такая единица измерения, как Ватт-час (Вт ч, кВт ч МВт ч):  $1 \text{ Вт-ч} = 3,6 \text{ МДж}$ .

Для измерения механической энергии используют величину  $1 \text{ кг м} = 9,8 \text{ Дж}$ .

Энергетические (топливные и энергетические, ТЭР) ресурсы – это материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования человеком (Рис.2).

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Топливо-энергетические ресурсы: первичные топливо-энергетические ресурсы, вторичные топливо-энергетические ресурсы, невозобновляемые (органическое и ядерное топливо) и возобновляемые источники энергии (солнца, ветра, гидро-ресурсы, приливы, геотермальные источники, биомасса), легковоспламеняющийся, тепла, избыточного давления, производства, тепловой энергии (горячая вода, пар), электрической энергии (переменного и постоянного тока), тепловую энергию, химическая энергия, механическая энергия, лучистая энергия.

**Первичные топливо-энергетические ресурсы.** Энергия, непосредственно полученная из природы, называется первичной, и первичными носителями энергии называются первичными энергетическими ресурсами. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии отличаются от, соответственно, невозобновляемых и возобновляемых энергетических ресурсов. К невозобновляемым энергетическим ресурсам относятся те, которые были ранее накоплены в природе и в новых геологических условиях и практически не генерируются, например, уголь, нефть, природный газ.

Возобновляемыми источниками энергии являются те, которые восстанавливаются в природе, например, энергия ветра, биотопливо, энергия из морских волн, и т. д.

Самых важными первичными энергетическими ресурсами являются:

- минеральное топливо: уголь, нефть и природный газ;
- уран используется в качестве топлива на атомных электростанциях и других объектах;
- возобновляемые источники энергии (включая гидроэнергетику, солнца, воды, геотермальная энергия и другие);
- другие энергетические ресурсы.

**Вторичные энергетические ресурсы.** Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) – это потенциальная энергия продуктов, продукта и промежуточных продуктов, образующихся в технологических установках (заводах), которые могут быть частично или полностью использованы для питания.

ВЭР могут быть заявлены непосредственно без изменения вида энергоносителя (для удовлетворения потребностей в тепле и топливе) или при изменении источника энергии путем выработки тепла, электроэнергии, холода или механической работы в мусороперерабатывающие заводы.

В зависимости от типа и параметров вторичной энергии используется в одном из следующих направлений:

- Топливо и первичное использование ВЭР в качестве котельного топлива.
- Использование тепла, произведенного ВЭР в переработке растений или полученного непосредственно как ВЭР для обеспечения потребностей в тепловой энергии. Этот компонент включает также получение искусственного холода за счет ВЭР в абсорбционных холодильных установках.
- Электричество – это использование ВЭР с преобразованием источника энергии для выработки электроэнергии в газовых и паровых конденсационных турбинах.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Комбинированное использование – это преобразование потенциального тепла ВЭР в продукцию заводов по переработке (мусоросжигательные заводы) для обеспечения территорий электричеством и теплом.

### 1.2 Сущность и причины энергетического кризиса

Энергетический кризис вызван не только нерациональной структурой топливно-энергетической базы экономики, но и является следствием экономических и политических кризисов.

В 50-60-х годах XX века произошел серьезный дисбаланс запасов и потребляемых первичных энергоресурсов в мире. Резко возросший импорт дешевых энергоносителей из стран-производителей нефти замедлил, а в некоторых случаях остановил рост производства собственных источников энергии. На развивающиеся нефтедобывающие страны приходится 90% разведанных запасов нефти, в связи с чем развитые страны на самом деле зависят от импорта нефти из стран третьего мира.

До начала 70-х годов в нефтяной промышленности продолжал господствовать международный нефтяной картель, в котором доминирующие позиции заняли нефтяные монополии США ("Бритиш Петролеум", "Эксон", GulfOil, "Мобил", "Роялдатч Шелл", "шеvron" и "Тексако"). В 1972 году на долю картеля приходится около 50% добычи нефти во всех капиталистических странах; она контролировала 90% экспорта нефти из развивающихся стран. В этой связи, до 70-х годов, экономика стран Западной Европы, США, Японии был почти полностью ориентирована на потребление нефти. Свою огромную прибыль картель получал за счет разницы между монопольно низкими закупочными ценами на нефть у развивающихся стран-экспортеров и высокой цены на нефтепродукты в странах-импортерах. Нефть является основным источником энергии в связи с политикой Международного нефтяного картеля, который посредством низких цен на нефть повлиял на вытеснение угля и других энергетических ресурсов от потребления.

В 1970-х и 1980-х годов, потребление энергии в мире становится соизмеримо с ресурсами органического топлива. Бурное развитие автомобильного транспорта и авиации, использовавших в качестве топлива нефтепродукты (бензин, дизельное топливо, керосин) привело к значительному увеличению потребления нефти.

Вступившие на путь независимого развития, страны-производители нефти начали ограничивать деятельность иностранного капитала путем повышения налогов концессионных компаний, приобретение долей в их капитале, создание государственного сектора в нефтяной промышленности, национализации иностранных концессий. Чтобы защитить свои национальные интересы и проводить единую политику этих стран в организации стран-экспортеров нефти (ОПЕК) была создана в 1960 году. В начале 70-х годов ОПЕК выросла в силу, противостоящую нефтяному картелю.

Причиной энергетического кризиса было начало четвертой арабо-израильской войны. Израильская сторона была поддержана США, которые поставляли Израилю оружие.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

13 октября 1973 года арабские страны-экспортеры нефти решили сократить добычу нефти, пока израильские силы выведут войска с оккупированных территорий.

20-22 октября арабские страны объявили о прекращении поставок нефти в США, которые поставляли Израилю оружие, и Нидерланды, которые заняли произраильскую позицию. На Weena было наложено эмбарго на поставку сырья для нефтеперерабатывающих заводов, которые обычно экспортируются в Соединенные Штаты, или продают их американскому флоту. Таким образом, Западная Европа практически остановила экспорт нефтепродуктов в Соединенных Штатах, в том числе и на те, которые производятся не из арабского сырья.

В декабре 1973 года страны Персидского залива подняли цены на нефть почти на 70%. В течение следующего года цены на нефть выросли с 3 до 12 долларов за баррель. Результатом экономического давления со стороны ОПЕК стала Декларация стран общего рынка, поддерживающая позицию арабов. Кроме того, почти все африканские государства разорвали дипломатические отношения с Израилем.

Каждая страна стремилась выйти из кризиса, радикально меняя структуру топливно-энергетической базы, перенаправляя ее на другие источники:

Франция создала систему мощной атомной электростанции;

Дания перешла на природный газ, уголь, импортируемый в огромных танкерах через океан, а также ветроэнергетические ресурсы.

В СССР была построена крупнейшая в мире тепловая, ядерная, гидроэлектростанция, линии электропередачи, мощные энергетические системы, разработаны новые методы производства.

После распада СССР страны СНГ оказались в условиях сильного экономического и энергетического кризиса.

В первом десятилетии обострения энергетического кризиса (1973-1982 гг.). Потребление энергии в мире выросло на 13%, но реструктуризация энергии шла очень медленно из-за инерции социальной экономики.

### **1.3 Современный мировой опыт и тенденции, решающие проблемы энергосбережения.**

Мировые тенденции в развитии политики энергосбережения условно разделяют на 4 этапа (табл. 1).

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Таблица 1 – мировые тенденции в развитии политики энергосбережения

Период	Характерные особенности
1973 – 1991	Из-за энергетического кризиса законодательная база по энергоэффективности была разработана, в большинстве развитых странах были приняты программы по энергосбережению. Штаты оказывали финансовую поддержку научно-исследовательских проектов, направленных на использование альтернативных источников энергии.
1991 – 2003	Энергосберегающие технологии, разработанные в предыдущий период, начали активно внедряться (тепловые насосы, ветрогенераторы, солнечные батареи), строительство энергоэффективных зданий, реконструкции действующих зданий, для приведения их к современным нормам по энергоэффективности. Наконец, начало формироваться понимание необходимости комплексной оценки зданий и эффективность энергосберегающих технологий. Россия только в течение 90-х годов начала задумываться о необходимости сбережения энергии.
2003 – 2008	Особое внимание уделяется экологической ситуации на планете, глобальному потеплению и сокращению выбросов углерода, массовому использованию солнечной энергии и других возобновляемых источников энергии.
2009 – ...	На фоне финансового кризиса, который негативно отразился на экономике почти всех стран, Россия вступает в глобальный процесс энергосбережения. Развитые страны законодательно ограничивают потребление традиционных источников энергии в промышленности. Происходившие массовые протесты против атомных электростанций дополнительно увеличили необходимость энергосбережения и использования альтернативных источников энергии.

В России энергетический кризис появился гораздо позже. Сегодня энергоемкость ВВП России к первичной энергии значительно выше, чем у основных западноевропейских странах, Японии, США и составляет до 60-65%, в то время как энергоемкость валового внутреннего продукта в среднем по миру уменьшилась за этот период на 19%, а в развитых странах – на 21-27%. Таким образом, эффективное использование энергетических ресурсов допускается в этих странах не только для сохранения природных и материальных ресурсов для будущих поколений, чтобы значительно увеличить сроки их рационального использования и обеспечения охраны окружающей среды, а также открыло возможности для увеличения выпуска высококачественной продукции на тех же или меньших затратах энергии.

## 1.4 Специфика и последствия для энергосбережения в жилищном секторе

Энергосбережение-это реализация организационных, правовых, технических, технологических норм.

- сохранение и рациональное использование экономических и других мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (согласно 261-ФЗ). Энергия-это взаимосвязанный комплекс научно-методических, технологических, технических, организационно-экономических и экономических мер, направленных на использование природных ресурсов при производстве различных товаров (услуг);

- значительное повышение степени переработки и сокращение потерь материальных ресурсов;

- наиболее полное использование вторичных материальных ресурсов и отходов, что приводит к существенному росту экономической эффективности промышленного производства и предотвращает его вредное воздействие на окружающую среду.

Сегодня в развитых странах энергоэффективность обеспечивает до 50% экономического роста, что, по сути, был ответ мировой экономики на резкий рост цен на нефть в 70-х годах прошлого века.

**Усиление роли энергетики.** Во всех сферах экономики из-за растущего спроса на энергетические ресурсы при их недостатке и неэффективном использовании, а также постоянным ростом стоимости энергоносителей происходит усиление роли энергетики. Для отопления и электроэнергии в жилых, промышленных и общественных зданиях в среднем проектным данным около 560 млн. тонн условного топлива расходуется или около 35% от потребляемых энергоресурсов. До 30% потребления энергии связан с непроизводительными потерями в установках *генерации*, транспорта и распределения тепловой энергии, а также в системах освещения. Потребители потратили не более 70% подаваемой холодной воды в сеть.

Большие запасы энергии и ресурсов были заложены в проектирование и строительство жилых, общественных, промышленных и административных зданий. В настоящее время строительство жилья в России самым энергоемким в мире по следующим причинам:

- относительно низкая стоимость топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) за счет искусственно заниженных цен на энергоносители;

- отсутствие нормативных требований к теплоизоляционным свойствам ограждающих конструкций;

- ориентация на приоритетность массивных конструкций из сборного железобетона.

Как правило, более 30% потенциала экономии энергии сосредоточено в муниципальных инженерных системах; 70% в здания и сооружениях.

В этих условиях вопросы энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве муниципальных образований объективно становятся центральными.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Эффективное использование тепла, электроэнергии и воды в жилищно-коммунальном хозяйстве зависит не только от сохранения природной среды, но и от снижения стоимости предоставляемых потребителям жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ).

Однако, большая часть населения России не имеет практической возможности сокращения расхода тепла в системах центрального отопления, а также финансовые стимулы для экономии энергии и воды. Статистические данные показывают, что значения удельных расчетных расходов теплоты на отопление зданий в центральной части России в сравнении с европейскими показателями в 2,5-3 раза больше, а удельный расход тепла почти в 4 раза.

### 1.5 Энергоэффективность в России. Политика в области энергосбережения

Причины потерь энергии в России:

- отсутствие до недавнего времени национальной концепции энергосбережения;
- значительные потери энергии и воды в связи с несовершенством норм, конструкций, архитектурно-строительных систем, оборудования;
- крайне низкий уровень учета, контроля и регулирования потребления энергоресурсов, воды во всех секторах потребления;
- отсутствие заинтересованности в рациональном использовании и экономном расходе энергоресурсов;
- аварийное состояние зданий и энергетических систем.

Вопрос цены на энергоносители в России в 90-х годах прошлого века и отношение к использованию энергии изменилось. Энергосбережение сейчас, как и во многих странах мира, в нашей стране возведено в ранг государственной политики.

Существует иерархия показателей энергоэффективности:

- первый уровень, экономика в целом: энергоемкость ВВП, или интегральный индекс энергоэффективности;
- второй уровень, по основным секторам потребления энергии: повышение энергоэффективности отраслей промышленности, транспорта, жилищного сектора и иной экономической деятельности;
- третий уровень, энергетической эффективности производства различных видов товаров, работ и услуг: удельный расход энергии на единицу электроэнергии для выплавки тонны металла за тонну цемента, на отопление 1 м<sup>2</sup> жилой площади, на единицу транспортной работы грузовиков и т. д.;
- четвертый уровень, энергоэффективности отдельных технологий и оборудования: КПД электростанций, суточный расход электроэнергии холодильником, расход топлива на единицу пробега автомобиля и т. д.

Эффективность использования энергии в экономике в целом может быть оценена по следующим показателям:

- Энергоемкость ВВП – потребление энергии на единицу ВВП;
- Производительность энергии – ВВП на единицу потребляемой энергии.

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Энергоемкость ВВП России превышает среднемировой показатель в 2,3 раза, в странах Европейского Союза-в 3,1 раза. Рост потребления энергии связан не с ростом жилищного фонда, ни с увеличением потерь тепловой энергии в жилищном фонде и коммунальных сетях, но в связи с увеличением их износа, который иногда приближается к критическому уровню (60%).

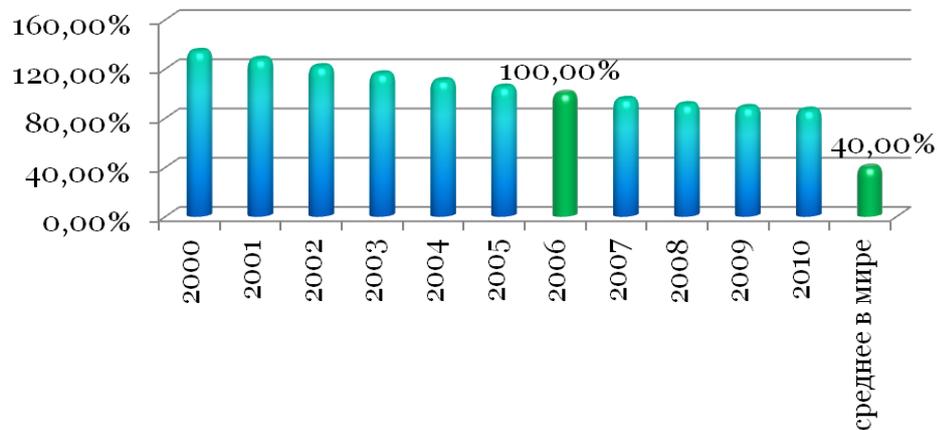


Рисунок 2 – Сравнительный анализ энергоемкости российского ВВП в 2000-2010 гг. и в среднем по миру.

После принятия 3 апреля 1996 Федерального Закона № 35-ФЗ "Об энергосбережении" деятельность федерального правительства в области энергоэффективности всколыхнулась. Однако, после кризиса 1998 года системе менеджмента энергоэффективности было уделено меньше внимания.

В качестве положительных примеров деятельности федерального правительства можно указать работу бывшего государственного строительного Комитета по принятию изменений в строительные нормы и правила "Проектирование отопления в строительстве" и принятию в 2003 г. СНиП "Тепловая защита зданий".

Сохранение высокой энергоемкости российской экономики несет в себе очень высокие риски. Это приводит к:

- снижение энергетической безопасности России и торможению экономического роста;
- усложнение геополитической роли России как гаранта надежных поставок энергоносителей на внешние рынки;
- усложнение реализации национальных проектов;
- сохранение низкой конкурентоспособности российской промышленности;
- инфляция;
- рост нагрузки коммунальных платежей на городские, региональные и Федеральный бюджеты и снижению финансовой стабильности;
- сложность борьбы с нищетой;
- снижение экологической безопасности страны.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Предпосылками для нерационального использования энергетических ресурсов жилищного фонда и жилищного строительства являются:

- архитектурные и объемно-планировочные решения зданий не учитывают меридиональную ориентацию;
- низкий уровень теплозащиты ограждающих конструкций;
- несовершенство инженерного оборудования;
- отсутствие регулирования и приборов контроля потребления тепловой энергии;
- наружные магистрали теплоснабжения недостаточно изолированы или с поврежденной изоляцией;
- материалы, используемые в ограждающих конструкциях, имеют плохие теплоизоляционные качества;
- слабое использование нетрадиционных источников энергии;
- вентиляционные системы не регулируются, не имеют возможности рекуперации тепла;
- котельное оборудование устарело, имеет низкую производительность.

Путь к будущему процветанию России только на пути снижения энергоемкости. Поэтому и отношение федерального правительства к повышению энергоэффективности стало кардинально меняться. Принят новый Федеральный закон 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности". Целью Федерального закона является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

### 1.6 Проблемы эксплуатации жилых зданий в России.

Общая площадь исследуемых зданий в России составляет около 5 млрд. кв. м, в том числе более 2,8 млрд кв. м. – это жилые дома, и на их отопление расходуется 400 млн. тонн условного топлива, или 25% годовых энергоресурсов страны. В то же время стоимость энергоресурсов в России приближается к мировым ценам.

В городах 72.4% от общей площади жилья и в сельской местности 27.6%.

Около 20% из муниципального фонда не оборудованы современными сервисами и утилитами. В России около 40 миллионов человек – 27% населения живут в плохо оборудованных апартаментах. .

Средний физический износ жилищного фонда России оценивается в 40%, увеличение числа работ, касающихся старого жилого Фонда (физический износ 60-80%), растет число работ, касающихся аварийного жилья. Особо важной проблемой в настоящее время – обновление жилых зданий, построенных по типовым проектам в 60-70-е годы.

Более 10,3% жилого фонда России нуждается в срочном капитальном ремонте. Должен быть реконструирован более чем 8,9% жилого фонда. Темпы капитального ремонта муниципального и государственного жилищного фонда в 10 раз ниже установленной нормы.

Основными недостатками существующего жилищного фонда являются:

### Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- ненадёжная гидро -и теплоизоляции крыш и наружных стен, что приводит к их протеканию и промерзанию;
- моральный износ в части планировочных решений и внешнего вида.
- избыточной инфильтрации (сквозняков) в связи с неудовлетворительным состоянием деревянных окон и дверей в квартирах и в местах общего пользования;
- техническая проблема износа инженерного оборудования – систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, канализации, водоотведения, электроснабжения, освещения, вентиляции или газовых систем, дымоудаления, лифтов, вывоз мусора, и т. д.
- отопительная техника не имеет оборудования, которое позволяет автоматически регулировать потребление тепла в зависимости от температуры наружного воздуха, температуры воздуха в квартирах, уровня подсветки фасадов зданий и ветровую нагрузку;
- значительная часть здания имеет открытую систему потребления тепла, т. е. горячая вода поступает непосредственно из системы теплоснабжения. При отсутствии приборов температура горячей воды может приближаться к температуре теплоносителя в системе отопления и в зимний период значительно превышают санитарные нормы 55-60 °С.
- системы водоснабжения высотного здания характеризуется отсутствием баков для хранения воды и насосов для обеспечения давления. В квартирах почти нет устройств, чтобы ограничить потребление воды. Это часто приводит к чрезмерному потреблению воды в квартирах нижних этажей и к недостаточному поступлению или отсутствию воды в квартирах верхних этажей.

Политика "дешевых" энергоносителей, которая проводилась в последние годы привела к построению в России зданий с ограждающими конструкциями, имеющими низкое термическое сопротивление, а отсутствие средств регулирования и учета потребления тепла, горячей и холодной воды, природного газа привело к их расточительному использованию.

По данным статистики, фактические теплотери в жилых домах на 20-30% превышают расчетное значение вследствие низкого качества строительства и эксплуатации. Уровень теплозащиты большинства зданий в нашей стране не отвечают современным нормативным требованиям, за что значение энергоэффективности в многоквартирных домах в России в среднем составляет 350-600 кВт / ч (м<sup>2</sup> / год). В северных странах Европы этот показатель составляет менее 80 кВтч / (м<sup>2</sup> в год).

Наиболее значительные теплотери в зданиях происходят через наружные стеновые ограждения, окна и вентиляционные системы зданий. В результате, значения удельного расхода тепловой энергии в таких зданиях в 2-4 раза выше, чем в Европе и Америке с аналогичными климатическими условиями.

#### **Проблемы энергосбережения в системах теплоснабжения**

Климатические условия в России определяют теплоснабжение наиболее социально значимым и в то же время самый теплоемкий сектор экономики: в нем потребляется примерно 50% используемых энергетических ресурсов, и более

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

половины этих ресурсов относятся к жилищно-коммунальной и социальной сферам

В настоящее время около 72% тепловой энергии в России централизованы в источниках – ТЭЦ (мощностью более 20 Гкал/ч), остальные 28% производятся децентрализованными источниками теплоснабжения (котельные), в том числе 8% для автономных и индивидуальных источников. Малые котлы характеризуются устаревшими конструкциями, отсутствием автоматического регулирования и управления, и требуют значительных затрат и времени для работы, имеют значительно низкий КПД (40-60%).

Тепловые сети в России имеют длину 184 тыс. км, из которых 34 тыс. км нуждаются в срочной замене. Средний износ сетки в системах теплоснабжения превышает 65%. На каждые 100 км тепловых сетей ежегодно более 70 несчастных случаев и травм, 82% общей протяженности тепловых сетей требуют капитального ремонта или полной замены.

### **Проблемы в области электроэнергетики**

Потребление коммунальной электрической энергии достигается непосредственно через снижение потерь электрической энергии в системах преобразования и распределения (трансформаторы, распределительные сети, электродвигатели, системы электрического уличного и местного освещения), а также через оптимизацию режимов эксплуатации оборудования, потребляющего эту энергию.

Как правило, на коммунальных предприятиях происходит постоянный расход энергии. Практически каждая квартира в многоквартирном доме или индивидуальном доме оснащена электричеством, и население заинтересовано в экономии энергии в условиях роста цен на электроэнергию, в том числе приобретение энергосберегающего оборудования (холодильники, освещение и т. д.). Эффективные точечные источники освещения становятся все более распространенными, что обеспечивает необходимый уровень освещенности в рабочей зоне и мягкий рассеянный свет в квартире.

### **Качество жилищно-коммунальных услуг**

Чаще всего экономия энергии на предприятиях является результатом скрытия недопоставки коммунальных услуг (например, путем снижения параметров теплового носителя). Коммунальное предприятие не несет ответственности перед плательщиком за качество предоставляемых услуг и не обеспечивает надлежащее техническое состояние и безопасную эксплуатацию инженерных сетей и оборудования.

## Лекция 2.

### **Нормативно-правовые акты в области энергосбережения. Энергетическое обследование. Основные направления энергосбережения.**

#### **2.1 Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности..."**

Основным нормативным документом, регулирующим отношения в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, является Федеральный закон Российской Федерации № 261-ФЗ от 23.11.2009 "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (далее – 261-ФЗ). Целью Федерального закона № 261-ФЗ является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Федеральный закон № 261-ФЗ вводит следующие термины и определения:

– 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;

– энергоэффективность – характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта;

– класс энергетической эффективности – это характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность;

– энергетическое обследование – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте;

– энергосервисный контракт (договор) – это договор (контракт), предметом которого является осуществление действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности энергетических ресурсов заказчиком;

С принятием 261-ФЗ, действующим нормативно-правовыми актами Российской Федерации, субъектов и муниципальных образований Российской Федерации были сформулированы поправки, регулирующие отношения в сфере энергосбережения, связанные со строительством, реконструкцией, капитальным ремонтом объектов строительства:

– в составе проектной документации объектов капитального строительства включается перечень мероприятий по обеспечению соблюдения

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

требований энергетической эффективности оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;

– предметом государственного строительного надзора является проверка соответствия выполнения работ и строительных материалов (при строительстве, реконструкции объекта капитального строительства), энергетической эффективности и требованиям оснащения объекта капитального строительства приборами учета энергетических ресурсов

– указывается список документов, необходимых для выдачи разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. Он дополнен документом, подтверждающим соответствие параметров объекта капитального строительства требованиям энергоэффективности и учета энергоресурсов. Также необходимо иметь заключение органа государственного строительного надзора о соответствии объектов капитального строительства требованиям энергоэффективности и оборудования инструментами учета используемых энергоресурсов. Документ должен содержать информацию о целевых и фактических значениях показателей энергоэффективности. Для многоквартирного дома должна быть предоставлена информация о классе энергоэффективности

– в информационной системе обеспечения городской плановой деятельности (ISECP) случаи застройки или подлежащие разработке земли должны содержать перечень мер по обеспечению соблюдения энергоэффективности и оборудования инструментами учета использованных энергоресурсов, а также проверка соответствия жилого дома требованиям энергоэффективности с ее энергоэффективностью на момент составления акта

– местные органы власти предоставляют бесплатную информацию о соответствии требованиям капитального строительства для энергоэффективности и учета энергоресурсов, класса энергоэффективности жилых домов в государственных органах для осуществления государственного контроля за соблюдением требований законодательства об энергосбережении.

Требования к энергоэффективности зданий и сооружений (З и С):

1) З и С должны соответствовать требованиям эффективности ввода в эксплуатацию и эксплуатации (не менее пяти лет с даты ввода в эксплуатацию)

2) Требования к энергоэффективности зданий и сооружений должны быть пересмотрены не реже одного раза в 5 лет для повышения эффективности использования энергии.

3) Не допускается эксплуатация З и С, которые строятся, реконструируются, ремонтируются и не отвечают требованиям энергоэффективности и требованиям их оборудования устройств учета используемых энергетических ресурсов.

4) Проверка соответствия стандартам энергоэффективности и требованиям к измерению осуществляется органом государственного надзора за строительством.

5) Владельцы З и С и жилых домов должны соблюдать требования к энергоэффективности и требования к измерению на протяжении всего срока их службы путем надлежащего обслуживания и своевременного устранения выявленных пробелов.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Требования к энергоэффективности зданий, сооружений и оборудованию (объектов) должны включать:

- 1) индикаторы удельной стоимости потребления энергии в зданиях, конструкциях и сооружениях;
- 2) требования влияют на энергоэффективность зданий, сооружений, зданий по архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;
- 3) требования к отдельным элементам конструкций и их свойствам, используемым устройствам и технологиям должны быть включены в проектную документацию и используются при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, сооружений, конструкций и материалов, что позволяет исключить расточительность. Потребление энергоресурсов в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, сооружений, сооружений и в процессе их эксплуатации.

Требования к энергоэффективности не распространяются на:

- культовые здания и сооружения;
- культурное наследие;
- временные здания со сроком службы менее 2 лет;
- коттеджи, садовые домики, объекты индивидуального жилищного строительства;
- вспомогательные объекты;
- здания общей площадью менее 50 м<sup>2</sup>;
- ветхий, аварийный, подвергшийся сносу или ремонту фонд.

## 2.2 Энергетический аудит

Федеральный закон № 261-ФЗ определяет порядок проведения энергетических аудитов.

Энергетическая съемка – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов для получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергоэффективности, определении возможностей энергосбережения и энергоэффективности с отражением полученных результатов в энергетический паспорт.

Энергетические проверки могут проводиться в отношении продуктов, процессов и юридического лица, и индивидуального предпринимателя на добровольной и обязательной основе.

Энергетический аудит является обязательным для следующих лиц:

- 1) органы государственной власти, органы местного самоуправления с правами юридических лиц;
- 2) организации с участием государства или муниципалитета;
- 3) организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности (виды деятельности, осуществляемые субъектами естественных монополий, коммунальные услуги, в соответствии с которыми законодательством Российской Федерации осуществляется регулирование цен (тарифов));
- 4) организация, осуществляющая производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электроэнергии, добычу природного

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

газа, нефти, угля, добычу нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти и нефтепродуктов;

5) организация, совокупная стоимость которой на потребление природного газа, дизельного топлива и другого топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электроэнергии превышает десять миллионов рублей за календарный год;

6) организации, осуществляющие деятельность в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, полностью или частично финансируемые за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов.

Основными задачами энергетического аудита являются:

- получение объективных данных об объеме использования энергии;
- определение показателей энергоэффективности;
- определение потенциала энергосбережения;
- разработка списка типичных общедоступных видов деятельности по энергосбережению и их оценке.

Комплексная энергетическая разведка предприятий, домов, зданий, организаций, бюджетных учреждений осуществляется в соответствии с утвержденным кругом ведения и состоит из 4 этапов:

1. Сбор и анализ документации:

- техническая информация и основная информация об объекте
- справочная документация для коммерческого и технического учета энергоресурсов
- схемы энергоснабжения и учета энергии
- счета от поставщиков энергии
- техническая документация на используемое оборудование
- документация по ремонту и энергосберегающим материалам.

2. Визуальное и инструментальное обследование, диагностика теплового изображения корпуса, распределительного устройства, нагревателей, тепловой установки, инженерных сетей зданий, измерения качества и количества тепловой энергии и электричества, измерения микроклимата и освещения внутри здания

3. Анализ данных и данных опроса. Рекомендации. Аналитические расчеты и анализ эффективности использования энергии,

- определение физических характеристик эффективности,
- экономическое обоснование эффективности использования энергии,
- разработка рекомендаций по энергосбережению с использованием стандартных методов, определение технической сущности предлагаемых видов деятельности и принципа сохранения,
  - расчет потенциальной годовой экономии в физическом и денежном выражении,
  - определение состава оборудования, необходимого для реализации рекомендаций,
  - рассмотрение всех возможностей снижения издержек, определение возможных побочных эффектов от реализации рекомендаций, которые влияют на реальную экономическую эффективность, оценку общего экономического эффекта предлагаемой рекомендации

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

4. Формирование отчетности. Энергетический паспорт объекта экспертизы. Технический отчет о результатах обследования энергии (пояснительная записка к энергетическому паспорту). Программа энергоэффективности и энергосбережения.

Энергетический аудит позволяет дать конкретные рекомендации относительно планирования модернизации многоквартирных домов для снижения и оптимизации потребления энергии и для их обоснования экономически. Если энергетический аудит не был реализован, рекомендации по мерам по улучшению состояния здания носят общий характер и основаны на экспертном суждении аудитора.

### Тепловизионный контроль

Неотъемлемой частью обследования энергии является проведение тепловизионной съемки. Тепловизионная инспекция является одной из ведущих областей неразрушающего контроля состояния конвертов зданий.

Тестирование тепловых изображений – это тепловое изображение объектов в инфракрасном спектре с длиной волны 8-14 мкм, построение температурных карт поверхности, наблюдение за динамикой тепловых процессов и расчет тепловых потоков.

Метод позволяет выявлять нарушения тепловых свойств защитных сооружений, возникающих в результате использования неправильных строительных материалов, ошибок и неровностей при строительстве зданий, неправильной эксплуатации, естественного старения материалов под воздействием погодных условий.

Тепловизионная инспекция является одним из основных направлений развития системы технической диагностики, которая обеспечивает возможность контроля теплового состояния оборудования и объектов без снятия с эксплуатации, выявления дефектов на ранней стадии разработки, снижения стоимости, технического осмотра и обнаружение дефекта. Такой диагноз является объективным, информативным, экономичным и удобным.

Метод контроля качества тепловой обработки теплоизоляции облицовки здания позволяет контролировать качество теплоизоляции и целостность здания, идентифицировать области повышенной влажности и испытания оболочки здания: наружные стены, крыши, чердачные полы, потолки над проходами, Холодные подземные и подвальные помещения, ворота и двери во внешних стенах, а также оконные и балконные дверные блоки и другие ограждающие конструкции, разделяющие помещения с различными температурами и влажностью.

Преимущества проведения тепловизионных съемок:

- обнаружение дефектов в термическом неразрушающем контроле,
- предотвращение несчастных случаев и повреждение оборудования
- надежность, объективность и точность информации,
- обзор безопасности оборудования
- не требует отключения и демонтажа оборудования
- большой объем работы, выполненной за единицу времени,

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- возможность обнаружения дефектов на ранней стадии разработки.

Тепловизионный контроль зданий позволяет определить:

- скрытые дефекты изоляции или дефектов конструкции (плохое качество установки оконных блоков, дефекты теплоизоляции стыков между панелями, тепловые мосты).
- фактические потери тепла и их сравнение с нормативными.
- пространство возможных потных потолков.
- недостатки в компоновке системы отопления, загрязнение батарей.
- утечки в крыше.
- места пролегания трубопроводов или электронагревателей в теплых полах.

Дефекты в изоляции зданий могут привести к увеличению потерь тепла на 30-40% относительно ожидаемых значений; эффективная тепловая диагностика изоляции здания снижает потребление энергии примерно на 15-30%.

Для эффективного проведения тепловизионного обследования здания требуются условия, главными из которых являются значительная разница температуры воздуха внутри и снаружи здания. Когда это различие невелико, тепловой поток через стенки конструкции также очень мал и содержит скрытые дефекты в этих стенах, которые не имеют возможности проявить себя. Наиболее удобное время для тепловизионных инспекций зданий – с конца октября по начало апреля.

В районах, где планируется провести осмотр, отопление должно быть непрерывным в течение 2 дней.

Тепловизионная инспекция зданий осуществляется в условиях стационарного режима нагрева, обеспечивая разность температур между внутренним и внешним воздухом:

- не менее 15 ° С – для надежного обнаружения скрытых дефектов в теплоизоляции и тепловых потерь ОК;
- минимум 20 ° С – для измерения сопротивления теплопередающим элементам ограждающих конструкций (способность предотвращать потерю тепла).

Для приема зданий с отключенной системой отопления (летом) для обследования используется дополнительное отопление помещений.

Результаты отчета по тепловизионной съемке и результаты регистрируются в энергетическом паспорте здания.

Для заполнения энергетического сертификата и фактических значений соответствующих показателей из обследования проводятся в соответствии с требованиями строительных норм 23-02-2003, не ранее чем через год после ввода в эксплуатацию здания.

## 2.3 Основные направления энергосбережения в жилищном секторе

### Технический аспект энергосбережения:

- экономическое использование энергетических ресурсов в пользовательской системе: установка измерительных приборов, энергоэффективных насосов и теплообменного оборудования, а также автоматизация и контроль потребления коммунального комплекса; сокращение потерь ресурсов за счет внешних ограждающих конструкций зданий
- улучшение тепловых характеристик зданий.
- сокращение потерь энергии в сетях: увеличение использования современных сооружений трубопроводов и их тепло- и гидроэнергетики; использование трубопроводов из современных материалов; разработка и внедрение технологических решений для снижения затрат на сеть и подпиточной воды.
- использование термодинамически наиболее выгодного комбинированного производства тепловой и электрической энергии на тепловых электростанциях. Централизация теплоснабжения, ликвидация небольших неэффективных котельных;
- использование компактных и экономичных автономных источников нагрева, автоматизация центральных и индивидуальных отопительных приборов.
- разработка и внедрение комплексных технических решений, позволяющих эксплуатировать системы отопления и водоснабжения в соответствии с современными требованиями.
- использование при строительстве и реконструкции зданий, конструкций с улучшенными теплозащитными свойствами.

### Управленческие компоненты энергосбережения:

- разработка энергетического паспорта муниципалитета, предприятий и гражданских зданий и сооружений;
- социально обоснованные нормы потребления тепла, электричества, горячей и холодной воды, природного газа, с учетом дальнейшего увеличения оплаты сверхнормативных расходов;
- наиболее эффективная схема теплоснабжения с учетом слияния централизованного теплоснабжения малой и средней мощности;
- формирование общественных условий для регулирования гражданских отношений между муниципальными предприятиями-монополистами и потребителями коммунальных услуг;
- принятие документов, определяющих требования к качеству воды и тепла; Порядок учета потребления горячей воды, холодной воды и тепловой энергии; Ценообразование на коммунальные услуги; Требования к тепловым гражданам, зданиям и другим.

### Экономические аспекты энергосбережения

Система цен и тарифов:

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- разумное повышение цен на коммунальные услуги оправданным, разумным темпом;
- разработка и внедрение регулируемых тарифов на электрическую и тепловую энергию, дифференцированных по часовым поясам (пик, день, ночь), день недели, сезоны и требуемое количество энергии;
- снижение регулируемые цены и тарифы на газ, электроэнергию и тепловую энергию централизованно за счет результатов энергетического аудита и их последующую стабилизацию на первом этапе реализации программы энергосбережения;
- конкурентоспособность отечественных предприятий перерабатывающей промышленности, в первую очередь производство энергоемкой продукции за счет сокращения энергетической составляющей в ее стоимости;
- создание дополнительных стимулов для повышения энергоэффективности, в том числе путем разработки и внедрения дифференцированных цен и тарифов на поставку потребителям энергоресурсов;

### **Дополнительные финансовые стимулы энергосбережения**

- поддержка энергосберегающих проектов за счет целевого финансирования, кредита, исполнения бюджета и банковских гарантий.
- расширение и привлечение кредитных средств с целью энергосбережения с разработкой стандартных решений для использования их частными инвесторами, создание энергосберегающего оборудования в муниципальных источниках тепла, подстанциях и в зданиях с сохранением права собственности на оборудование и возможность взимания платы за его использование происходит из экономики, основанной на частно-государственном партнерстве.

**Налоговая или иная финансовая поддержка** – лизинг энергоэффективного оборудования, доступ к энергосберегающим энергетическим сетям естественных монополий, система финансовых стимулов, внедрение системы материальных стимулов для персонала предприятия по экономии топлива и энергии.

- Ускоренная амортизация оборудования энергоснабжения.

### **Административные компоненты энергосбережения:**

- пересмотр существующих стандартов, правил и положений в направлении ужесточения требований к энергосбережению;
- совершенствование правил учета и контроля потребления энергии;
- установление энергетических стандартов, а также санкции за их нарушение, в том числе более высокую плату за ресурсы для отходов;
- обязательная сертификация энергопотребляющих приборов и оборудования для массового применения на соответствие нормативным уровням потребления энергии;
- регулярный энергетический аудит предприятий,
- разработка стандартной процедуры сертификации энергоемких продуктов и энергоресурсов на соответствие нормативной энергоэффективности и т. д.

## Лекция 3.

### Комплексная реконструкция зданий. Правила принятия решения об энергосберегающей модернизации многоквартирных домов

#### 3.1 Комплексная реконструкция зданий.

Энергетическая реконструкция жилого фонда – это капитальный ремонт с проведением обязательных энергетических мероприятий. Целью является обеспечение не только комфортных условий жизни, но и соответствие современным стандартам тепло- и гидроизоляции и энергоэффективности.

На основе опыта Германии по реконструкции жилья было подчеркнуто преимущество энергетической реабилитации жилья:

- сокращение потребления энергии;
- значительное сокращение выбросов двуокиси углерода;
- создание большого числа квалифицированных и стабильных рабочих мест в строительстве, промышленности и энергетике;
- сокращение субсидий на безработицу.
- увеличение социальных вкладов граждан;
- увеличение налоговых поступлений.
- уменьшение расходов на коммунальные услуги для отопления и возможность повышения платы за квадратные метры.

Практический опыт Германии приводит к выводу, что в области энергообеспечения зданий, вся деятельность по капитальному ремонту с точки зрения экономии энергии делится на две группы: обязательные мероприятия по экономии энергии и необязательные.

#### **Мероприятия по энергосбережению**

##### **Энергетически обязательные мероприятия:**

- Изоляция крыш и чердаков,
- Изоляция фасадов,
- Замена окон и балконных дверей,
- Изоляция фундаментов плит,
- Модернизация систем отопления и горячего водоснабжения,
- Модернизация системы вентиляции;

##### **Энергетически необязательные мероприятия**

- Гидроизоляция крыш,
- Модернизация систем электроснабжения,
- Расширение или обновление балконов и лоджий,
- Ремонт лестниц, архитектурное выражение входов в здание,
- Обновление входных дверей квартир.

Опыт реконструкции больших панельных жилых зданий в Восточной Германии за последние 10 лет показал, что в зависимости от конструкции

### Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

наружных панелей можно сэкономить потребление энергии для отопления от 30 до 70%:

- трехслойные железобетонные панели – экономия 30-40%;
- двухслойные железобетонные панели – экономия 40-55%;
- однослойные панели из легкого бетона – экономия 45-70%.

Основываясь на энергетическом состоянии панельных зданий в Восточной Европе, вы можете сделать прогноз, который сводит к минимуму использование энергии для отопления во время реконструкции жилья с 50 до 85%.

Основные проблемы в организации энергетической реконструкции в Германии:

– Партнерство домовладельцев (ПД) и Уголовного Кодекса не имеют возможности организовывать и сопровождать процесс реконструкции профессионально;

– у владельцев нет четкого понимания проблемы, мотивации;

– высокая стоимость реконструкции;

– отсутствие интереса со стороны банковского сектора к кредитам для осуществления восстановления энергии.

Реорганизация энергетики позволяет решать проблемы:

– сокращение потребления энергии;

– продлить жизнь зданий;

– значительное снижение стоимости для оплаты энергии и ремонта;

– улучшение комфорта жизни в здании;

– улучшить внешний вид зданий

В Ростове-на-Дону были реализованы пилотные проекты по энергетической реабилитации.



Рис.3.Пр.Беломорский, 20 Г

Рис. 4 Пр. 40 Лет Победы 67/1

Для достижения нормативных требований энергоэффективности и устойчивости к теплопередаче ограждающих конструкций в результате капитального ремонта были выбраны следующие обязательные мероприятия:

1. Изоляция ограждающих конструкций – наружные стены, крыши и мансардные полы, потолки подвалов;
2. Замена оконных наполнителей. Установка эффективных трехслойных окон с высоким сопротивлением теплопередаче;
3. Обновление отопления и вентиляции. Использование автоматического регулирования тепловых излучателей с термостатами при Центральном регулировании тепловой энергии;
4. Реконструкция систем электроснабжения и освещения. Замена электрооборудования, переход на автоматизированную систему искусственного освещения.

### **3.2 Правила принятия решений об энергосберегающей модернизации многоквартирных домов в соответствии с Российским законодательством**

Жилые здания в России (особенно построенные до 1990 года) требуют не только капитального ремонта и энергоэффективной модернизации.

Многоквартирный жилищный фонд России характеризуется высокой степенью приватизации, в среднем около 80% из которых принадлежит гражданам. В соответствии с жилищным законодательством владельцы помещений в многоквартирном доме несут ответственность за состояние и несут

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

бремя расходов за содержание общедолевой собственности в многоквартирном доме. Решение о реконструкции многоквартирных домов и ремонте общего имущества, принимается на Общем собрании владельцев большинством не менее 2/3 третей голосов от общего числа проживающих.

Мероприятия по оценке должны проводиться в совокупности по ряду критериев.

1) релевантность – это степень необходимости и срочности реализации. Релевантность определяется уровнем соответствия потреблению муниципальных ресурсов в доме с установленными нормативными значениями.

2) стоимость мероприятия.

Используются данные о стоимости аналогичных работ на зданиях с одинаковыми параметрами, информация от производителей, информация о размещении заказов на государственные и муниципальные нужды.

3) эффективность реализации мероприятия.

Эффективность следует оценивать с помощью экономии ресурсов в физическом и денежном выражении в год и за совокупное общее количество периодов (для оценки периода окупаемости). В этом случае размер эффекта в стоимостном выражении можно рассматривать с учетом инфляционных изменений.

4) возможность принятия мер для граждан – оценка рисков неплатежеспособности. Оценка может проводиться в следующих областях:

- изменение сумм платежей за жилищно-коммунальное хозяйство до и после реализации мер в области энергосбережения;
- возможность привлечения заемных средств.

Мероприятия с низкой стоимостью могут быть реализованы за счет своих собственных сил (за счет платежей владельцев и специально созданных средств). Для осуществления более значимых мероприятий требуется помощь кредитных организаций.

5) источники финансирования.

Другими источниками финансирования теоретически могут быть:

- средства, выделенные в рамках муниципальных и региональных программ (в области капитального ремонта, энергосбережения);
- заимствованные источники;
- фонды энергосервисных компаний (ФЭСК).

Отличительными особенностями контрактов на энергообслуживание являются:

- средства потребителей энергоресурсов не являются источниками финансирования мер по сокращению потребления ресурсов в зданиях;
- часть риска предполагает, что ФЭСК реализует проект;
- все затраты по проекту возмещаются за счет платежей за полученную экономию платежей за энергию.

### **Кредиты.**

Наиболее важные условия кредитования:

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- решение Общего собрания партнёрства домовладельцев о мероприятии с указанием его стоимости, прогнозирования эффективности работы, выплаты по срокам погашения (или других вспомогательных материалов);
- первоначальное долевое участие владельцев в финансировании (не менее 10% от их стоимости);
- срок кредита до 5 лет;
- сумма составляет 3-4 миллиона рублей (в некоторых случаях до 30 миллионов).

Важнейшим стимулом инвестирования в энергоэффективность являются прямые экономические интересы потребителей энергии. Эффект мер энергосбережения должен превышать затраты на их поведение.

Меры по энергосбережению в отношении владельцев общей собственности жилого дома будут подвергаться единовременному и (или) регулярному проведению. Владельцы помещений в многоквартирном доме обязаны нести расходы на проведение мероприятий.

Организация, занимающаяся поставками энергоресурсов многоквартирного дома, регулярно (не реже 1 раза в год) должна предлагать перечень видов работ для многоквартирных домов, которые экономят энергию, предоставляемую организацией энергоресурсов и повышая энергоэффективность. Перечень мероприятий должен быть доведен до сведения владельцев помещений в многоквартирном доме и лица, ответственного за содержание многоквартирных домов, путем размещения в коридорах жилых домов и (или) других помещений, принадлежащих к общему имуществу списка мероприятий.

Лицо, ответственное за содержание жилого дома, не реже одного раза в год, обязано подготовить предложения мер по энергосбережению и энергоэффективности, указав затраты на их проведение, объем ожидаемого сокращения использованных энергоресурсов и срок окупаемости предлагаемых видов деятельности.

### **3.3 Оценка энергоэффективности многоквартирных домов. Выполнение энергоэффективности**

Для разработки эффективных мер по повышению энергоэффективности необходимо рассчитать тепловой баланс здания и произвести его оценку.

Тепловой баланс здания, подготавливается для определения избытков или недостатков тепла. В помещении, в котором сохраняются постоянные тепловые условия, необходимо соблюдать тепловой баланс.

Таким образом, определить предполагаемую тепловую мощность системы для расчета избыточного тепла в помещении возможно путем добавления всех коэффициентов усиления тепла и потерь тепла

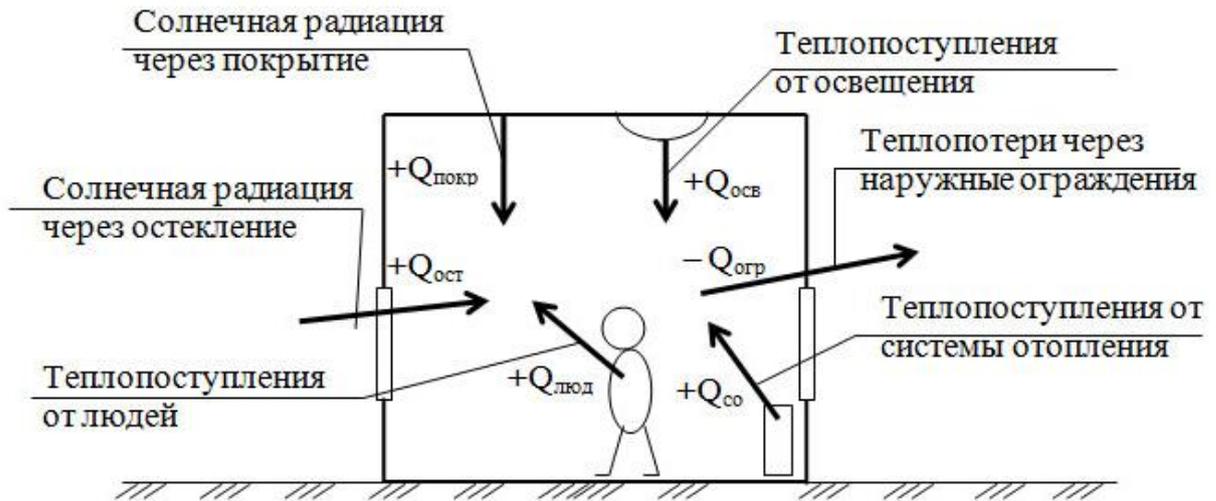


Рис. 5. Солнечная радиация через покрытие, солнечная радиация через остекление, теплоснабжение людей, теплоснабжение от освещения, тепловые потери через внешнее ограждение, теплоснабжение от системы отопления

Компоненты теплового баланса здания:

«+» Тепло от системы отопления

«+» Тепло от солнечного излучения через светлые отверстия

«+» Внутреннее бытовое тепловыделение (устройства, люди, освещение)

-Потери тепла через оболочку здания (практика показывает, что в среднем через крышу теряется около 10% тепла, 30% – через светлые отверстия, 40% потери тепла через внешние стены, 10% – через двери и 10% – через потолок подвала).

-Потеря тепла для нагрева воздуха infiltrados (через окно)

-Потеря тепла для обогрева вентиляционного воздуха.

При составлении теплового баланса здания используется метод расчета удельного расхода тепла для отопления жилых и общественных зданий в течение периода нагрева,  $\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{день})$ , содержащегося в строительных нормах и правилах СП 23-02-2003, на основе которого определяется класс энергоэффективности здания. Результаты расчета теплового баланса и оценки энергоэффективности зданий, эксплуатируемых в сопровождении измерительного прибора в течение отопительного периода, а также установки учета и отражения в энергетическом сертификате здания.

### 3.3.1 Класс эффективности и энергетический паспорт здания

Сертификат (паспорт) энергоэффективности (ЕПС) – это стандартизованный документ, который присваивает зданию определенный класс энергоэффективности на основе информации об энергопотреблении (тепловая энергия для отопления и бытовой горячей воды, электроэнергии в общих помещениях), а также содержит информацию об основных факторах, влияющих на потребление энергии, и рекомендованные меры по повышению энергоэффективности здания.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Паспорта энергоэффективности заполняются при проектировании новых, реконструированных, отремонтированных, жилых и общественных зданий, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

ЕРС заполняется по результатам обследования энергопотребления. ЕРС здания, сдаваемого в эксплуатацию после строительства, реконструкции или капитального ремонта, может быть сгенерирован на основе проектной документации. Для зданий, документация по строительству которых не сохранилась, энергетический паспорт создается на основе данных Бюро технической инвентаризации (МПТИ), технических изысканий и измерений, выполненных техническими специалистами, имеющими лицензию на выполнение соответствующей работы.

Энергетический паспорт содержит следующую информацию:

- информация о типе и функциональном назначении здания;
- геометрические характеристики и ориентация здания, площади;
- климатические характеристики площади застройки;
- стандартные данные для тепловой защиты зданий (термостойкость);
- стандартные данные для систем отопления здания и способы их регулирования;
- условные тепловые характеристики здания (удельная стоимость тепловой энергии при нагревании зданий в течение периода нагрева по отношению к 1 м<sup>2</sup> отапливаемой площади (или 1 м<sup>3</sup> нагретого объема) и градус-дней отопительного периода);
- результаты испытаний энергопотребления и тепловой защиты здания после однолетнего периода его эксплуатации;
- информация об оборудовании приборами учета используемых энергоресурсов;
- результаты тепловизионных проверок – тепловые;
- класс энергоэффективности здания;
- рекомендации по повышению энергоэффективности здания (список типичных мер по экономии энергии).

Методика расчета параметров энергоэффективности и формы ЕРС, представленных в Строительные нормы и правила 23-02-2003.

«Тепловая защита зданий» (пересмотренная редакция 2012 г.) Положения о конструкции 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

В соответствии с набором правил строительных норм и правил 23-101-2004 ЕРС(паспорт) должен быть частью проектной и приемной документации вновь построенных, реконструированных, отремонтированных зданий.

### 3.3.2 Правила определения классов энергоэффективности многоквартирных домов

Результатом расчета ЕРС является определение класса энергоэффективности (или энергетического класса в соответствии с обновленной версией строительных норм и правил 23-02). Класс энергоэффективности многоквартирного дома определяется результатами полевых исследований:

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- оценка архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и технических решений, реализованных в здании;
- установление показателей, характеризующих годовые удельные значения потребления энергии, включая использование инструментальных или вычислительных методов;
- отклонения (фактические) значения удельного расхода энергоресурсов от нормализованного уровня, установленных требований энергоэффективности зданий, сооружений, сооружений.

Класс энергоэффективности определяется отклонениями расчетных (фактических) значений удельного расхода тепла для отопления зданий от стандарта.

Удельный расход тепловой энергии для отопления здания (оцененный, фактический),  $\text{кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C} \cdot \text{день})$  или  $[\text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C} \cdot \text{день})]$  должен быть меньше или равен заданному значению.  $q_h^{req}$

$$q_h^{req} \geq q_h^{des},$$

Класс энергоэффективности определяется после сопоставления полученного класса отклонения и таблицы энергоэффективности многоквартирных домов.

Класс энергоэффективности многоквартирных домов определяется на основе фактических показателей удельного годового потребления тепла для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, а также соответствия энергоэффективности зданий, сооружений, сооружений.

Таблица 2 – Градация классов энергоэффективности (Строительные нормы и правила 23-02, 2012)

Обозначение класса	Название класса энерго-эффективности	Величина расчетных (фактических) значений отклонения Конкретные характеристики потребления тепла для отопления и вентиляции здания от стандартизованного уровня, %	Рекомендуемые действия, разработанные субъектами Российской Федерации
<b>При проектировании и эксплуатации новых и отреставрированных зданий</b>			
A++	Очень высокий	Менее -60	Экономические стимулы
A+		От -50 до -60 включая	
A		От -40 до -50 включая	
B+	Высокий	От -30 до -40 включая	Экономические стимулы
B		От -15 до -30 включая	
C+	Обычный	От -5 до -15 включая	Мероприятия не разработаны
C		От +5 до -5 включая	
C-		От +15 до +5 включая	
<b>При эксплуатации существующих зданий</b>			
D	Понижена	От +15,1 до +50 включая	Реконструкция с соответствующим экономическим обоснованием
E	Низкая	Более +50	Реконструкция с соответствующим экономическим обоснованием или сносом

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Таблица 3 – Таблица классов энергоэффективности многоквартирных домов. Приказ Минрегиона РФ от 08.04.2011 N 161 Об утверждении Правил определения классов энергетической эффективности многоквартирных домов и Требований к указателю класса энергетической эффективности многоквартирного дома, размещаемого на фасаде многоквартирного дома

Табл. 3. Класс энергоэффективности жилого дома

Обозначение класса	Название класса энергоэффективности	Отклонение значений удельного потребления тепловой энергии для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения здания от стандартизованного уровня %
<b>Для новых и реставрируемых зданий</b>		
A	высочайший	less-45
B++	увеличенный	from -36 till -45 включая
B+		from -26 till -35 включая
B	высокий	from -11 till -25 включая
C	обычный	from +5 till -10 включая
<b>Для существующих зданий</b>		
D	пониженный	от+6 до +50 включая
E	самый низкий	более +51

**3.3.3 Требования к указателям класса энергоэффективности жилого дома, размещенного на фасаде жилого дома**

Класс энергоэффективности жилого дома, построенного, реконструированного или после капитального ремонта и ввода в эксплуатацию, определяется органом государственного надзора за строительством. Разработчик обязан разместить на фасаде введенного в эксплуатацию жилого дома указатель класса энергоэффективности.

Пример схематического изображения указателя класса энергоэффективности показан на рис. 6



Рисунок 6 – Схематическое представление эффективности энергопотребления класса указателя

Владельцы помещений в жилом доме обязаны обеспечить надлежащее состояние указателя класса энергоэффективности и при изменении класса энергоэффективности многоквартирного дома, указатель должен быть заменен.

## Лекция 4.

### Методы повышения энергоэффективности городских территорий путем реконструкции

Политика городского планирования ориентирована на создание условий для устойчивого развития городских и сельских территорий, которые включают ограничения на негативное воздействие на окружающую среду и рациональное использование природных ресурсов. Всестороннее развитие энергосберегающих технологий способно в значительной степени способствовать целым странам и отдельным городам при их переходе на путь устойчивого развития. Именно поэтому в настоящее время сохранение энергии и повышение энергоэффективности является приоритетным направлением в науке, технике и ноу-хау, а также в модернизации и технологическом развитии российской экономики.

Следуя необходимости соблюдения требований к энергоэффективности, применяемых к зданиям, сооружениям и конструкциям, заключенным в законодательстве, трансформация развития и планирования городских территорий с точки зрения энергоэффективности становится перспективным направлением в градостроительной деятельности.

Российская Федерация начала уделять достаточное внимание вопросам энергосбережения гораздо позже, чем другие страны: страны Западной Европы, США и Японии начали изучать этот вопрос более тридцати лет назад. В России энергоресурсы используются с меньшей эффективностью, чем в странах Европы и США. Россия обладает самым высоким потенциалом энергосбережения. Это связано с тем, что Россия является одной из самых холодных стран в мире, а спрос на энергию для оказания тепловой помощи населению намного выше, чем в других странах.

В настоящее время европейские страны и США продолжают проводить целенаправленную политику энергосбережения. Из широкого опыта богатых стран в реализации политики энергосбережения ясно, что нестандартное мышление необходимо для поиска успешных решений проблем энергосбережения, поскольку улучшения в одном секторе не позволят кардинально снизить потребление энергии в масштабе всей страны.

В последние годы энергосбережение стало одним из важнейших направлений государственной политики Российской Федерации. До недавнего времени развитие городов и стран, производство и предоставление услуг, строительство городских территорий основывалось на предположении, что отопление и энергоресурсы неисчерпаемы. Тем не менее, они являются исчерпаемыми [1]. Неэффективное использование энергетических ресурсов во всех сферах и отраслях экономического развития сегодня является актуальной проблемой, которая требует детального изучения и поиска новых подходов к ее решениям. Необходимость исследований в этом направлении формализована на правительственном уровне: энергоэффективность, сохранение энергии ресурсов

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

находятся в списке приоритетных направлений развития науки, техники и ноу-хау, а также в списке критических технологий в Российской Федерации.

Энергосбережение можно рассматривать в двух аспектах – как вопрос сектора экономики и как территориальный вопрос.

Энергосбережение как проблема сектора экономики включает в себя повышение энергоэффективности в различных сферах экономики: промышленность, транспорт, жилищное строительство и т. д. Как правило, решения программы энергосбережения охватывают именно индустриальный аспект. Именно поэтому мероприятия по энергосбережению в различных отраслях экономики осуществляются на практике.

Энергосбережение как проблема территории охватывает планирование и управление энергосбережением, применяемым для городских территорий и их частей- регионов, городов, микрорайонов. Территориальный аспект энергосбережения включает в себя распределение потребителей и производителей энергии в пространственной картине города, и он ориентирован на обеспечение энергоэффективности и устойчивого развития.

Градостроительство охватывает сложный комплекс социально-экономических, строительных, технологических, архитектурных, художественных, а также санитарно-гигиенических проблем. Городское планирование ориентировано на развитие городских и сельских территорий, и включает в себя территориальное планирование, градостроительное зонирование, архитектурно-строительное проектирование и строительство, капитальный ремонт, реконструкции крупных инфраструктурных объектов, а также техническое обслуживание зданий и сооружений [3].

Решения Федеральной градостроительной политики должна обеспечить улучшение использования территорий, оптимизации и их структуры пространства, сохранения территориальной целостности, они должны обеспечить условия для устойчивого развития, что в конечном итоге способствует укреплению социальной стабильности.

При общем потреблении тепла доля городов составляет 70-80%. Именно там расположены основные потребители энергоресурсов: жилищный фонд, производственные помещения и общественные здания, коммунальные объекты и транспортная инфраструктура, теплоэнергетические сети. Очевидно, что территориальный аспект включает ощутимую долю энергосберегающего потенциала. Способ использования этого потенциала заключается в постоянной политике энергосбережения, направленной на повышение энергоэффективности муниципальных образований путем применения методологии городского развития и планирования.

Уровень потребления энергоресурсов в каждом регионе зависит от географического положения, климатических условий, продолжительности и температуры отопительного сезона, уровня социально-экономического развития и отличительных характеристик городской среды. Территориальные различия, несбалансированное распределение природных ресурсов и существующая система населенных пунктов создают определенные трудности для экономии энергии и ресурсов в этой стране. Поэтому решение проблем энергосбережения

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

должно начинаться с муниципальных образований, для каждого из которых необходимо разработать индивидуальный подход.

Очевидно, что развитие городов и деревень должно осуществляться с требуемым учетом создания условий для их устойчивого развития [3, 4, 5]. Большим вкладом в переход целого ряда стран, а также отдельных городов к устойчивому развитию станет всестороннее развитие энергосберегающих технологий и рациональное управление природными ресурсами, то есть система взаимодействия общества и природы, основанная на научном законе. Характер и выполнение задач промышленного развития и сохранения биосферы [6]. Он направлен на обеспечение энергоэффективного экономического развития, содействие благосостоянию нации, а также сохранение экосистемы и незаменимых энергетических ресурсов для будущих поколений [7].

Решения по энергосбережению автоматически приносят за собой экологические решения, с которыми общество сталкивается сегодня. Они не могут быть решены без кардинальных изменений в отношении к энергоресурсам как наиболее ценного продукта, который определяет благосостояние любой страны и статус ее экономики. Ядром экологических требований к программам энергосбережения в жилищном фонде является: приемлемая система энергосбережения должна приносить за собой решения экологических проблем загрязнения воздуха, загрязнения подземных и поверхностных вод, почвы, накопления опасных отходов, истощения и истощения природных ресурсов. Это также будет способствовать снижению неблагоприятного воздействия на окружающую среду, сохранению биологического разнообразия и т. д. [8, 9, 10].

### 4.1 Проблемы энергосбережения в жилищном фонде

В настоящее время большое внимание уделяется требованиям энергоэффективности и экологическим свойствам жилья в качестве основы безопасности и комфорта жизни. Жилищный сектор является одним из важнейших направлений энергосбережения: стандартная эксплуатация многоквартирных домов требует большого количества энергетических ресурсов. Здания, составляющие жилой фонд, разнообразны. Они отличаются друг от друга не только архитектурой, решениями планировочных размеров, инженерным оборудованием, но и конструктивными решениями и строительными материалами, используемыми для их строительства [11].

Оценка [12] конца 2009 года показала, что жилищный фонд Российской Федерации составил 19 650 тыс. Зданий общей площадью 3 177 млн. м<sup>2</sup>, в том числе городские – 2293 млн. М<sup>2</sup> (72%), а сельские – 884 млн. М<sup>2</sup> (28%). Жилищный фонд включает 3 224 тыс. многоквартирных домов общей площадью 2 237 млн. м<sup>2</sup> и 16 426 тыс. жилых зданий общей площадью 974 млн м<sup>2</sup>.

По данным статистических отчетов, российский жилищный фонд характеризуется чрезмерно высоким износом из-за систематически недостаточного ремонта, высокой потребности в капитальном ремонте и низкой энергоэффективности: потребление энергии и тепла жилыми домами в 3,5 раза выше, чем в странах с аналогичным климатом.

Побуждения к расширению ресурсов в процессе строительства в период массового жилищного строительства привели к тому, что стены жилых зданий в 3

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

раза тоньше, чем требуется согласно климатическим условиям России, также ограждающие конструкции зданий имеют низкую теплопередачу, и по итогу 50% тепловой энергии теряется через ограждающие конструкции. Чрезвычайно иррациональное использование энергетических ресурсов образовалось из-за того, что в последние годы энергоресурсы в России были очень дешевыми. Например, стоимость электроэнергии на начало 2001 года в России была в 2-2,5 раза ниже, чем в Европе, стоимость природного газа – в 5 раз ниже [13, 14].

Постановлением Правительства РФ от 25.01.2011 г. № 18 указаны требования к энергоэффективности зданий, сооружений, основанные на том, что концепция городского развития реконструкции города основана на соблюдении установленных стандартов, применяемых для жилищного строительства, энергосбережение должно быть одним из ведущих вопросов в системе планирования и реконструкции городской территории.

### Решения по повышению энергоэффективности

Для решения проблем энергосбережения в Российской Федерации используется методология целевой программы. Программы, предназначенные для энергосбережения, ориентированы на отраслевые решения, в частности на энергосбережение при эксплуатации жилого фонда. Тем не менее, только территориальный аспект функционирования жилищного фонда не учтен, заключенный в повышении энергоэффективности с использованием методологии городского развития. В городе существует определенная застройка и структура планирования, включающая характер застроенной территории и энергоэффективность зданий, распределение потребителей и производителей энергоресурсов, все это оказывает большое влияние на формирование энергосберегающего потенциала. Тем не менее, сегодня политика государства в области энергосбережения сосредоточена исключительно на отраслевых решениях, а аспекты развития экономики в области городского развития фактически не рассматриваются.

Важно подчеркнуть, что энергоэффективное территориальное планирование должно разумно применяться не только к вновь построенным микрорайонам и районам города, но и к существующей застроенной территории. Эта цель может быть достигнута за счет реконструкции застроенной территории, которая будет включать в себя необходимую реконструкцию и модернизацию существующих зданий, доводящих свои энергетические параметры до установленных законом значений.

Таким образом, **целью нашего исследования** является разработка методов повышения энергоэффективности городских территорий в рамках реконструкции, которая направлена на эффективное и устойчивое развитие муниципальных образований.

Есть большое разнообразие методов для повышения эффективности городской энергетики. Она включает в себя снятие измерений роста города, выбор оптимальной структуры экономики, рациональное размещение предприятий, строительство энергоэффективного жилья и крупных муниципальных образований, инженерных коммуникаций, повышение эффективности использования энергосберегающего транспорта, формирование энергоэффективной экономики. Целенаправленное применение таких мер

открывает широкие возможности для достижения энергоэффективного градостроительства.

## **4.2 Происхождение проблем сохранения энергетических решений для застроенных территорий при реконструкции**

Все предыдущие годы, комплексная реконструкция существующей застройки включала в себя снос ветхих жилых домов для замены их на более современные, реконструкцию первых массовых серийных жилых домов, крупнопанельных конструкций, уплотнения промышленной застройки, модернизации объектов инженерной и транспортной инфраструктуры, коммунальных объектов и инфраструктуры [15]. До недавнего времени комплексная реконструкция существующей застройки не предусматривала целевого применения каких-либо мер по сохранению энергии. В настоящее время муниципальные образования поставили задачу соблюдать требования по энергоэффективности, в частности, требование о снижении интенсивности коэффициента потребления топливно-энергетических ресурсов по сравнению с базовым уровнем:

- С 15% до 2016;
- С 30% во время 2016-2020;
- С 40% после 2020.

Ведущие градостроительные архитекторы рассматривают город как сложную систему с несколькими внутренними и внешними связями, состоящими из социальной, экономической, пространственной и экологической подсистем [16]. В городе есть несколько связей с окружающей средой, которые обеспечивают его необходимыми материальными ресурсами, энергией, информацией, и которому он дает взамен выпускаемые изделия, энергию, услуги.

Реконструкции застроенной территории включает в себя преобразование его компонентов: районов, группы зданий или отдельных зданий. Как правило, свойства, необходимые застроенным территориям достигаются за счет изменения в структуре градостроительства, ремонта жилого фонда, производственных и общественных зданиях и т. д. [17].

Системный подход к решению проблемы энергосбережения в муниципальном образовании с использованием методики застройки территории реконструкции, включает в себя проблемы запаса энергии жилищного фонда на оздоровление жилищного фонда, модернизации тепловых ресурсов, а также улучшение трехмерной структуры застройки, касающихся градостроительства и мер планирования, которые, в конечном счете, позволят повысить качество и эффективность принимаемых решений.

Реконструкция города, в целом, ориентирована на переход от территориального расширения к преобразованию качества существующей застройки [15], обеспечивая структуру городов, сооружений и коммуникаций, современными экономическими, социальными и техническими качествами. Концепция градостроительной реконструкции города базируется на соблюдении существующих стандартов, применяемых в жилищном строительстве. Выполнение проектов реконструкции, должно идти вместе с реальными тенденциями в преобразовании городской среды. Очевидно, что в современной

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

ситуации, в связи с необходимостью экономии энергоресурсов, реконструкция застроенной территории, должна охватывать вопросы энергосбережения.

Проблема энергосбережения также носит многоуровневый характер, и ее можно легко проследить на всех уровнях городского планирования. Вот почему причины низкой энергоэффективности и меры по ее повышению могут быть классифицированы в соответствии с уровнями городской территории и ее объектов [15]: города, жилого района и отдельных зданий.

Принятие рациональных решений по энергосбережению на каждом этапе планирования – начиная с отдельных зданий и заканчивая генеральным планом развития города – способно сформировать прочную систему управления энергоэффективностью города и ее устойчивого развития.

### **4.3 Методы энергоэффективной реконструкции застроенной территории**

Процесс преобразования и обновления существующей застроенной территории, вызванный постоянным усилением требований к энергоэффективности, можно определить как энергоэффективную реконструкцию застроенной территории. Он направлен на обеспечение эффективного и рационального использования энергетических ресурсов в процессе эксплуатации города и устойчивости населения, формирования энергоэффективного производства и потребления энергии, а также повышения энергетических стандартов составляющих населенных пунктов.

Методы энергосберегающей реконструкции сосредоточены на экономии тепла [18] и включают в себя 6 этапов (рис. 7).

Ключевым элементом энергоэффективной реконструкции застроенной территории, с учетом неудовлетворительного технического состояния большого количества жилых домов, это комплексное оздоровление жилищного фонда – капитальный ремонт с мероприятиями по энергосбережению.

Суммируя большой опыт Германии в вопросах энергетической оздоровления зданий, вся деятельность, связанная с капитальным ремонтом, с точки зрения экономии энергии, делится на две группы: обязательная энергия и необязательная энергия. Обязательная энергия имеет непосредственное влияние на уровень потребления энергии в здании, о чем свидетельствует анализ методов расчета нагрева расход энергии на отопление согласно строительным нормам и правилам 02-23-2003. С экономической точки зрения меры по повышению энергоэффективности жилых зданий должны осуществляться в рамках региональных и муниципальных программ по капитальному ремонту и модернизации многоквартирных домов.

Для достижения максимального эффекта энергетическое оздоровление жилищного фонда должно осуществляться вместе с энергосберегающими градостроительными решениями. Применение градостроительных решений в области энергосбережения в сочетании с технологическими, инженерными и архитектурно-строительными видами деятельности даст в результате комплексную энергоэффективную реконструкцию застроенной территории.

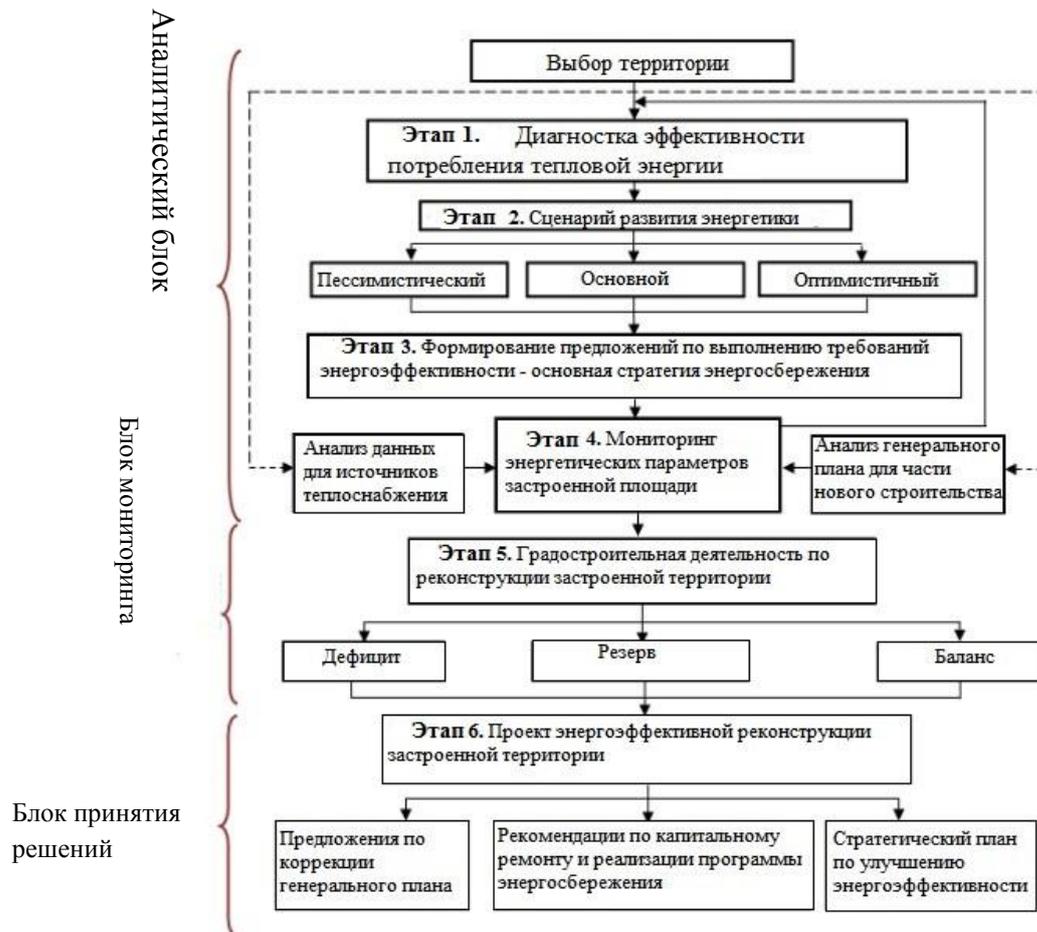


Рис 7. Блок-схема 1 – Методы энергоэффективной реконструкции застроенной территории

**Первый этап** данной методологии включает анализ текущего энергоэффективного жилищного фонда. Оно включает:

- Анализ структуры жилищного фонда;
- Классификацию зданий с точки зрения технических и энергетических характеристик;
- Энергетическую проверку и сертификацию сравниваемых данных;
- Размещение жилищного фонда в соответствии с уровнем энергоэффективности;
- Калькуляцию эффективности энергосбережения для различных типов зданий, оценку потенциала энергосбережения для застроенных территорий в целом;
- Техничко-экономическое обоснование мер, определение приоритетных участков.

Большинство зданий, эксплуатируемых в настоящее время, были построены в виде стандартных блочных конструкций, они имеют однотипные пространственно-планировочные и конструкционные характеристики [11, 19], а показатели их энергоэффективности соответствуют стандартам этой эпохи. Вот почему жилищный фонд муниципального образования можно разумно

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

классифицировать по группам в соответствии с характеристиками, относящимися к энергоэффективности: время постройки, материал стен и количество этажей [20]. Ключевым фактором является время строительства, поскольку оно дает представление об их планировочных и конструкционных решениях, материалах ограждающих конструкций и количестве этажей [2, 12, 21, 22].

Параметры энергоэффективности зданий – уровень теплостойкости, скорость потребления энергии, потенциал сохранения энергии – определяются в соответствии с результатами энергетического контроля. Поскольку экспериментальные исследования для большого числа земельных участков слишком дороги и трудоемки, для оценки параметров энергоэффективности мы используем вероятностный механизм прогностических результатов. Оценка объема репрезентативного статистического подбора задач-аналогов проводится для каждой группы задач разработанной классификации [23]. Использование статистических данных о технических характеристиках объектов застроенных территорий наряду с проведением полевой энергетической съемки является эффективным инструментом оценки потенциала энергосбережения в жилищном фонде.

В качестве объектов капитального ремонта были выбраны следующие энергетические принудительные меры, направленные на удовлетворение требований энергоэффективности к зданиям, сооружениям и сооружениям:

1. Теплоизоляция ограждающих конструкций – наружные стены, кровля, мансардные полы, потолки подвала;
2. Замена оконных блоков. Установка эффективных трехслойных окон с высокой теплоотдачей;
3. Реновация систем отопления и вентиляции. Применение автоматического регулирования тепловой мощности отопительных приборов с помощью термостатов при централизованном управлении тепловой энергией;
4. Реконструкция систем электроснабжения и освещения. Замена электрооборудования, переход на автоматическую систему искусственного освещения.

Оценка эффективности каждой процедуры основана на условии установления элементарной нормы тепловой защиты строительных конструкций, заключенной в СНиП. 02-23-2003 «Тепловая защита зданий». Предлагается определить потенциал сохранения энергии, достигнутый в результате реализации вышеуказанных процедур, с помощью числовых характеристик моделирования, указанных в сертификате энергоэффективности. Процедура численного моделирования эффективности энергосберегающих процедур включает следующие этапы (Рисунок 2):

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

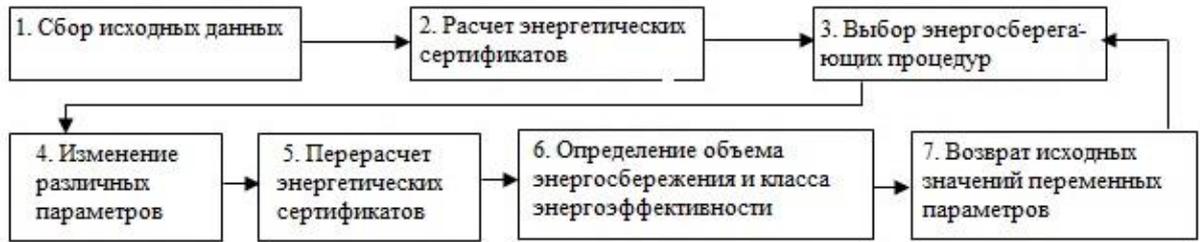


Рис.8. Блок-схема 2 – Методы моделирования эффективности энергосберегающих процедур

В рамках второго этапа метода разработаны сценарии энергосбережения. Теоретическое улучшение энергоэффективности застроенной территории может быть разработано в соответствии с тремя возможными сценариями (Таблица 4).

Таблица 4 – Сценарии реализации процедур энергосбережения

Сценарий	Содержание
<b>Пессимистический</b>	Ремонтные работы выполняются в соответствии с графиком в объемах, определенных программами капитального ремонта. Энергосбережение ограничено установкой оборудования для измерения энергоресурсов
<b>Оптимистический</b>	Комплексное оздоровление проводится для всех зданий. Комплекс энергосберегающих процедур включает в себя: фасад, кровлю и чердак, теплоизоляцию подвальных потолков, замену окон и балконных дверей, реконструкцию систем отопления и горячего водоснабжения, реконструкцию системы вентиляции.
<b>Основной</b>	Выполнение мер по энергосбережению для всех зданий, направленное на обеспечение снижения $q$ на 15, 30, 40% за период планирования в отношении базового уровня. Для приоритетных объектов – дополнительная фасадная теплоизоляция.

Наиболее приемлемым является основной сценарий реализации энергетической политики, он ориентирован на удовлетворение требований к энергоэффективности здания, которые меняются каждые 5 лет.

На третьем этапе методов формируются предложения по достижению основных целей:

А) Для отдельных зданий. Методы выбора мер по энергосбережению для отдельных зданий в отношении требований к энергоэффективности могут быть представлены в виде блок-схемы (блок-схема 3).



Рис.9. Блок-схема 3 – Методика выбора мер по выполнению требований энергетической эффективности для отдельных зданий

Б) Для жилищного фонда в целом. В рамках выбранного периода планирования из перечня энергетических обязательных мер выделяется комплекс мер, обеспечивающих соблюдение требований к энергоэффективности для жилого фонда муниципального образования. Выбранный сценарий закладывает основу для базовой стратегии и программы энергосбережения в жилищном фонде муниципального образования.

**Четвертый этап** заключается в создании системы мониторинга, которая является основой стратегического управления недвижимостью [24] и состоит из двух компонентов:

А) Мониторинг параметров энергии для объектов жилищного фонда предполагает постоянное отслеживание изменений энергетических параметров жилого фонда, своевременное управление энергосберегающими мероприятиями, разработку и корректировку целевых программ по энергосбережению, а также перспективные планы и модели энергосбережения для обеспечения жилых зданий энергоэффективностью, отвечающую требованиям.

Б) Мониторинг параметров энергии для городских территорий, включающий анализ уровня нагрузки и технического состояния источников теплоснабжения, оценку воздействия новостроек на общую энергетическую ситуацию на территории, разработку градостроительных мероприятий по энергосбережению для реконструкции застроенной территории.

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Наиболее удобным инструментом для мониторинга параметров энергетических параметров жилого фонда являются геоинформационные системы – ГИС. У ГИС есть те преимущества, которые позволяют им организовывать мониторинг [25, 26]:

- Данные изображаются в виде электронных карт;
- Возможность постоянного обновления цифровых картографических материалов;
- База данных по снабжению объектов жилищного фонда источниками энергоснабжения;
- Создание надежной информационной базы для принятия управленческих решений;
- Научная обоснованность предложений по проектам;
- Возможность моделирования большого количества сценариев.

Предлагаемая система мониторинга основана на создании карт (диаграмм) зонирования энергии в городской местности, которые содержат номенклатуру потребителей энергии, выделенных в городе, и регистрируют объем и динамику энергоемкости. Графики энергетического зонирования могут использоваться для оценки направлений территориального развития города, формирования рациональных схем теплоснабжения, распределения источников теплоснабжения, выбора оптимальных радиусов зоны обслуживания, а также для выявления проблемных, неэффективных зон энергии, где в перспективе потребуется энергетическое оздоровление и реконструкция.

**Пятый этап** включает в себя разработку мер по энергоэффективной реконструкции в населенных пунктах. Проведение оздоровления жилищного фонда включает в себя снижение потребления тепла от источников отопления, что приводит к созданию платформы для разработки градостроительных решений по энергосбережению.

Выбор комплекса мер по повышению энергоэффективности основан на предлагаемой информационной модели, основанной на оценке и зонировании территории с учетом ее **показателя энергоэффективности – I<sub>ЕЕТ</sub>**, который включает в себя критерии уровня энергоэффективности застроенной зоны и эффективность подачи тепла (таблица 5).

Таблица 5 – Классификация зон по параметрам энергоэффективности

Зоны энергоэффективности		
Согласно классу энергоэффективности городской застроенной территории	Согласно эффективности использования энергии на территории	Согласно техническому состоянию источника теплоснабжения
Высокий – А, В, В+, В++	Территории с дефицитом теплоснабжения	Удовлетворительно, не требуется ремонт или требуются ремонтные работы
Стандартный – С	Территории нулевого баланса	Неудовлетворительно, требуется капитальный ремонт или реконструкция
Низкий – D, E	Зоны с запасами теплоснабжения	

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Согласно индексу  $I_{EET}$ , комплекс мер по сохранению энергии  $M_{ij}$  определен (Формула 1, Таблица 3).

$$I_{EET} = C_j \cdot K_i \longrightarrow M_{ij} \quad (1)$$

Где  $C_j$  – учитывающий класс энергоэффективности застроенной площади;

$K_i$  – коэффициент эффективности теплоснабжения на реконструируемой территории.

Таблица 6 – Информационная модель выбора мероприятий по энергоэффективной реконструкции города

$C_j \backslash K_i$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$
$C_1$	$M_{11}$	$M_{12}$	$M_{13}$	$M_{14}$	$M_{15}$	$M_{16}$
$C_2$	$M_{21}$	$M_{22}$	$M_{23}$	$M_{24}$	$M_{25}$	$M_{26}$
$C_3$	$M_{31}$	$M_{32}$	$M_{33}$	$M_{34}$	$M_{35}$	$M_{36}$

Класс энергоэффективной реконструкции застройки, включающий отклонение расчетного потребления тепловой энергии зданиями, расположенными на рассматриваемой территории, от стандартного уровня.

В зависимости от шкалы отклонений, выделяются три классификации энергоэффективной реконструкции застроенной территории: более высокие, стандартные, более низкие классы (таблица 7).

Таблица 7 – Значения коэффициента классов энергоэффективности городской застройки

Символ класса	Наименование класса	Шкала отклонения стоимости потребления тепловой энергии зданиями отопления и вентиляции $Q_N^{des}$ от стандартизованного уровня $N^{req}$ , $\Delta$ , %	Значение коэффициента класса
$C_1$	Высокий	Менее -11 включительно	0,9
$C_2$	Стандартный	От +5 до -10 включительно	1,0
$C_3$	Пониженный	От +6 до +50 включительно	1,1

Коэффициент эффективности подачи тепла  $K_i$  определяется согласно формуле 2:

$$K_i = P_i \cdot B_i, \quad (2)$$

Где  $P_i$  – коэффициент используемой мощности источника теплоснабжения

Значения коэффициентов использования источника тепла и технического состояния в результате цифрового моделирования берутся в соответствии с таблицей 8. Коэффициент эффективности нагрева  $K_i$  классифицируется по 6 позициям.

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Таблица 8 – Коэффициент мощности используемого источника тепла и техническое состояние

$V_i$		$P_i$		
		Utilized capacity of heat supply source Используемая мощность источника теплоснабжения		
		Запас	Баланс	Дефицит
		Используемое значение коэффициента мощности		
		$P_1$	$P_2$	$P_3$
Техническое состояние источника тепла	Значение коэффициента технических условий	0,95	1,0	2
$V_1$ – Удовлетворительное, не требуется ремонт или требует работ по техническому обслуживанию	1	Очень высокий	Высокий	Низкий
$V_2$ – Неудовлетворительно, требует капитального ремонта или реконструкции	1,3	Низкий	Низкий	Очень низкий

В зависимости от сочетания коэффициентов используемой мощности теплового источника, технического состояния и класса застроенной территории энергоэффективности,  $I_{EET}$  получает значения в следующих интервалах (Таблица 9).

Таблица 9 – Интервалы значений индекса

Интервалы значений индекса $I_{EET}$	Энергоэффективность
$I_{EET} \leq 1$	High
$1 < I_{EET} \leq 1,3$	Permissible
$1,3 < I_{EET} \leq 2$	Low
$I_{EET} > 2$	Very low

Шестой этап завершает разработку проекта городской энергоэффективной застройки. Наиболее эффективные меры в соответствии с этим алгоритмом (Рисунок 4).

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

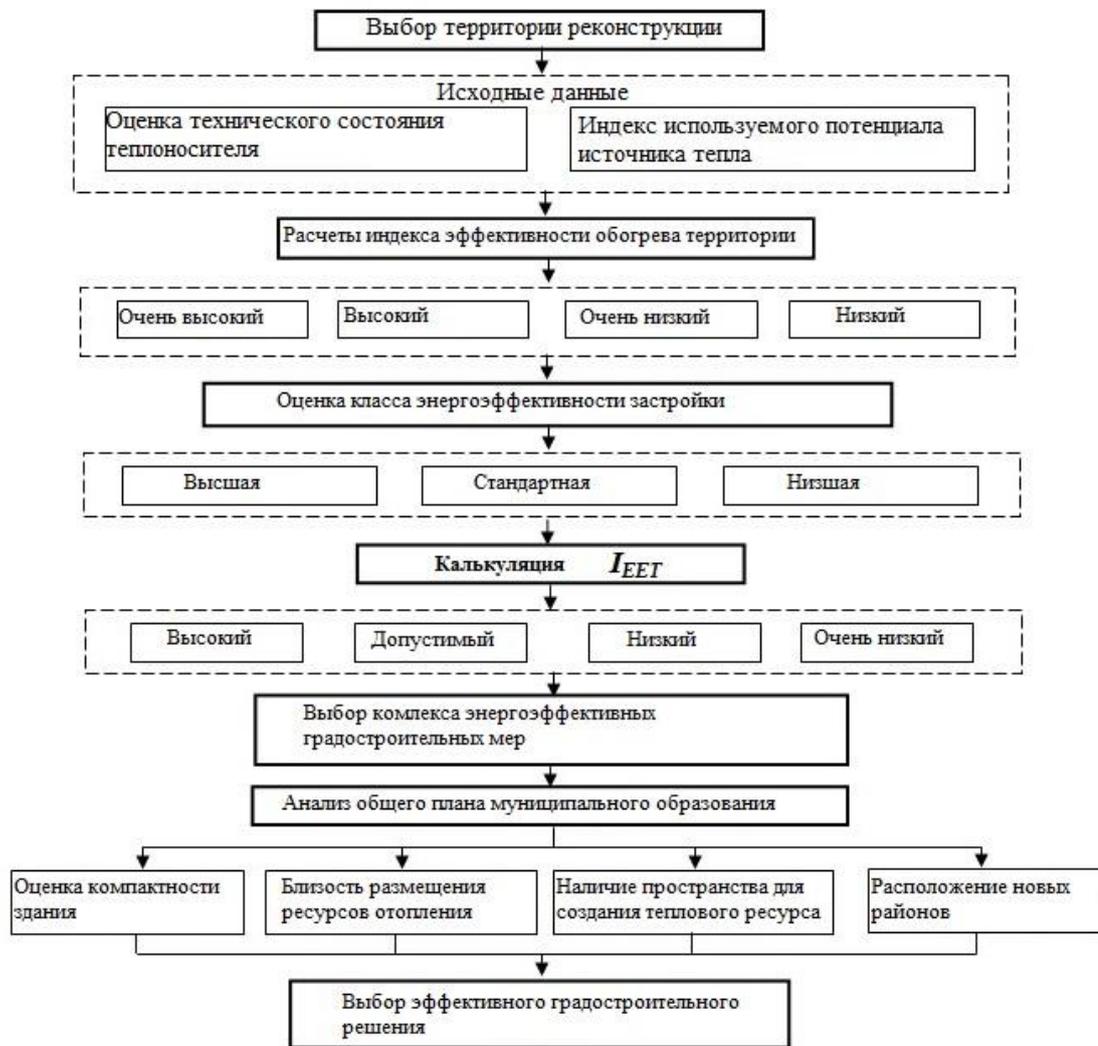


Рис.9 Блок-схема 4 — Выбор эффективного энергосберегающего градостроительного решения.

Реализации градостроительных решений требует значительных инвестиций и времени (нормативный срок строительства – 20-30 лет). Однако, именно такие решения оказывают большое влияние на уровень территориального энергопотребления. Предлагаемые методы позволят муниципальным властям убедиться, что энергоэффективность соответствует требованиям градостроения, и может быть использован ов формировании реализации стратегии энергосбережения.

#### 4.4. Практическое применение методов повышения энергоэффективности для застроенных территорий.

Для создания надежной информационной базы для принятия решений по энергосбережению, реконструкции, было проведено изучение застроенной территории области. Здания в Ростове-на-Дону были классифицированы 7 периодов строительства, каждый из которых имеет определенные вариации стеновых материалов и количество этажей, характерными для этого периода. Для каждой группы объектов был определен объект-представитель, для производства экспериментальных исследований и материалы-аналоги были выбраны (табл. 7).

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Таблица 10 – Выбор материалов-аналогов для жилищного фонда Ростова-на-Дону

Период строительства	Материал стен	Количество этажей	Количество зданий	Количество аналогов
До 1927	Дерево, глина	1, 2	301	7
	Кирпич	1	1325	20
		2	1678	24
		3...5	546	10
1928-1945	Кирпич	1...3	356	7
		4..8	177	5
1946-1957	Кирпичные, блочные и несущие панели	1...3	543	10
		4...6	150	4
1958-1970	Кирпич	1...4	1139	18
	Панели	5...11	566	10
1971-1980	Кирпич	5...10	296	6
		1...4	92	3
	Панели, блоки	5...16	497	9
1981-2000	Кирпич	5..17	357	7
		1...4	79	3
		5...9	289	6
	Панели, блок, монолит	10..19	191	4
		4...9	380	7
После 2000	Кирпич, панели, монолит	10...18	196	5
		1..9	125	4
<b>Всего в Ростове-на-Дону</b>			<b>9798</b>	<b>174</b>

Для составления списка материалов-аналогов было проведено исследование, которое позволяет судить, соответствуют ли они современным стандартам теплотехнической и теплоэнергетической инженерии.

Корреляционный анализ данных по исследованию энергии материалов-аналогов с обширной жилой площадью в Ростове-на-Дону позволил определить удельный спрос и общий спрос на классы тепловой энергии энергоэффективности. Расчеты показывают, что общий расход тепловой энергии жилого многоквартирного жилого дома в Ростове-на-Дону составляет 3 063 800 Гкал в год. В 93% случаев многоквартирные дома не отвечают современным требованиям в области энергоэффективности и имеют более низкий стандарт энергоэффективности (D «ниже» и «минимальный»), и только 7% отвечают современным требованиям в области тепловой защиты и имеют класс C по энергоэффективности («стандарт») – это здания, построенные после 2000 года с высокими характеристиками тепловой защиты.

С помощью методов численного моделирования эффективности отдельных мер принудительного энергии определена (Таблица11).

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Таблица 11 – Потенциал энергосбережения в результате мер по энергосбережению в процентах

Период строительства	Стеновой материал	Количество этажей	Класс энергоэффективности	Сохранение энергетического потенциала благодаря принятым мерам					
				Утепление стен	Утепление крыш	Изоляция перекрытий подвала	Ремонт отопления и вентиляции	Замена окон	Реконструкция электроснабжения и освещения
До 1927	Дерево, глина	1, 2	D/E	7	2	3	20	1	10
	Кирпич	1	E	23	4	10	13	2	4
		2	E	38	7	17	7	1	2
		3...5	E	15	3	7	11	4	2
1928-1945	Кирпич	1...3	E	38	7	17	7	1	3
		4..8	E	19	4	8	17	7	2
1946-1957	Кирпич, блоки и несущие панели	1...3	D/E	17	7	8	11	10	6
		4...6	E	16	3	7	17	5	1
1958-1970	Кирпич	1...4	E	26	5	11	12	5	6
		5...11	E	17	3	7	15	6	2
	Панели	5...10	E	12	2	5	26	8	1
1971-1980	Кирпич	1...4	E	16	3	7	19	6	7
		5...16	E	17	3	8	16	7	2
	Панели, блоки	5..17	E	12	2	5	26	8	1
1981-2000	Кирпич	1...4	D/E	13	3	6	13	1	6
		5...9	E	16	3	7	12	6	2
		10..19	E	14	3	6	6	5	3
	Панели, блоки, монолит	4...9	E	17	3	7	21	6	1
10...18		E	14	3	6	10	7	2	
После 2000	Кирпич, панели, монолит	1..9	C	2	1	1	22	1	6
		10...24	B/C	2	1	1	22	1	4

Цифры численного эксперимента показывают, что в результате комплекса принудительных энергетических мер, сохранение энергии суммарного потенциала составляют в среднем 50%: возможная экономия энергии составляет 1 562 000 Гкал, что эквивалентно 2 790 млн рубля в отопительный сезон, тарифы на тепловую энергию составляет 1 788 рубля/Гкал. Кроме того, результаты энергетического оздоровления при прогнозировании и существенного повышения уровня энергетической эффективности зданий – до стандартного, высокого, высшего и наивысшего уровней.

Направленный на удовлетворение требований энергетической эффективности, отраженных в законодательстве, сценарий сохранения энергии представляется наиболее приемлемым. Для разработки механизма реализации одобренного сценария, были выбраны приоритетные объекты жилищного фонда Ростова-на-Дону для оздоровления и экономически целесообразные из них. Приоритетность единицы была рассчитана с помощью коэффициента эффективности энергетического оздоровления, который равен отношению затрат на ремонт, включая меры по экономии энергии, к затратам на восстановление здания.

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Расчет затрат по реализации энергосберегающих технологий основан на анализе проектно-сметной документации и аналоговых единиц. В соответствии с результатами расчетов, а также в отношении ветхого строительства, распределение сервитутов (принадлежность к памятникам архитектуры) в зоне реконструкции, обозначенных в качестве приоритетных единиц для энергосбережения, – это сооружения, построенные в 1958-2000 годах. Таким образом, формируется стратегия сохранения энергии, согласно которой энергетические принудительные меры делятся на три плана действий в соответствии с этапами планирования (таблица 12):

1. План мероприятия № 1 – обустройство тепловой защиты оболочки (за исключением теплоизоляции стен).

2. План мероприятия № 2 – строительство инженерных систем повышенной энергоэффективности.

3. План мероприятия № 3 – теплоизоляции наружных стен – для приоритетных единиц.

Таблица 12 – Примерные расчеты энергосбережения для различных типов зданий (базовый сценарий)

Период строительства	Материал стен	Количество этажей	Этап 1. 2011-2015			Этап 2. 2016-2020			Этап 3. 2020-2025		
			Name	Potential %	Potential, Gcal	Name	Potential %	Potential Gcal	Name	Potential %	Potential, Gcal
До 1927	Дерево, глина	1, 2	ENG <sup>1</sup>	30	1500	ENV <sup>2</sup>	6	250	-	-	-
	Кирпич	1	ENG	17	5400	ENV	16	4200	-	-	-
		2	ENV	25	36400	ENG	9	10000	-	-	-
1928-1945	Кирпич	3...5	ENV	14	14200	ENG	13	11200	-	-	-
		1...3	ENV	25	7400	ENG	10	2500	-	-	-
		4..8	ENV	19	12300	ENG	19	10000	-	-	-
1946-1957	Кирпич, блоки и несущие панели	1...3	ENV	25	9000	ENG	17	4600	-	-	-
		4...6	ENG	18	13500	ENV	15	9000	-	-	-
1958-1970	Кирпич	1...4	ENV	21	27000	ENG	18	18200	-	-	-
		5...11	ENV	16	45000	ENG	17	40000	Facade <sup>3</sup>	17	34000
	Панели	5...10	ENG	27	64000	ENV	15	26000	Façade	12	18000
1971-1980	Кирпич	1...4	ENG	26	2000	ENV	16	900	Façade	16	704
		5...16	ENG	18	60200	ENV	18	50000	Façade	17	38000
	Панели, блоки	5..17	ENG	27	84000	ENV	15	34000	Façade	12	23000
1981-2000	Кирпич	1...4	ENG	19	1700	ENV	10	700	Façade	13	1000
		5...9	ENV	16	36000	ENG	14	27000	Façade	16	26000
		10..19	ENV	14	17300	ENG	9	9500	Façade	14	14000
	Панели, блоки, монолит	4...9	ENG	22	105000	ENV	16	60000	Façade	17	53000
10...18		ENV	16	36700	ENG	12	23000	Facade	14	24000	
После 2000	Кирпич, панели, монолит	1..9	ENG	28	7300	ENV	3	600	-	-	-
		10...24	ENG	26	50000	ENV	3	4200	-	-	-
Суммарный потенциал энергосбережения в естественном выражении, Гкал			<b>636 000</b>			<b>346 000</b>			<b>232 000</b>		
Суммарный потенциал энергии в стоимостном выражении, млн.рубл			<b>1 137,2</b>			<b>618,7</b>			<b>414,8</b>		

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

<sup>1</sup>ENG – строительство инженерных систем повышенной энергоэффективности.

<sup>2</sup>ENV – строительство ограждающих конструкций повышенной тепловой защиты (за исключением теплоизоляции стен).

<sup>3</sup>Façade – теплоизоляция наружных стен.

Стремясь к созданию системы мониторинга энергетических параметров городской территории электронной модели градостроительной системы города Ростова-на-Дону в ArcGIS, мы вводим объекты жилищного фонда (9798 зданий), 213 источников теплоснабжения и новые застроенные районы. Городская застроенная территория разделена на сектора в соответствии с местоположением источников энергоснабжения и зонами их обслуживания. Созданы база данных источников теплоснабжения и новая база данных энергетических параметров застроенных районов: они прикреплены к созданной электронной модели.

Определены параметры энергоэффективности территории:

1) городское застроенное зонирование осуществляется в соответствии с классами энергоэффективности, определенными в классификации жилищного фонда;

2) зонирование территории осуществляется в зависимости от используемой мощности источников теплоснабжения, в которых имеются зоны с дефицитом, запасом или балансом тепловой энергии;

3) зонирование территории осуществляется в соответствии с техническим состоянием источников теплоснабжения, которое характерно для территорий с удовлетворительными или неудовлетворительным техническим состоянием источников теплоснабжения;

4) на основе полученных данных была составлена сводная карта электронной энергоэффективности реконструируемой территории согласно индексу  $I_{EET}$ , в отношении новостроек в соответствии с Генеральным Планом до 2015 года (Рисунок 10)

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

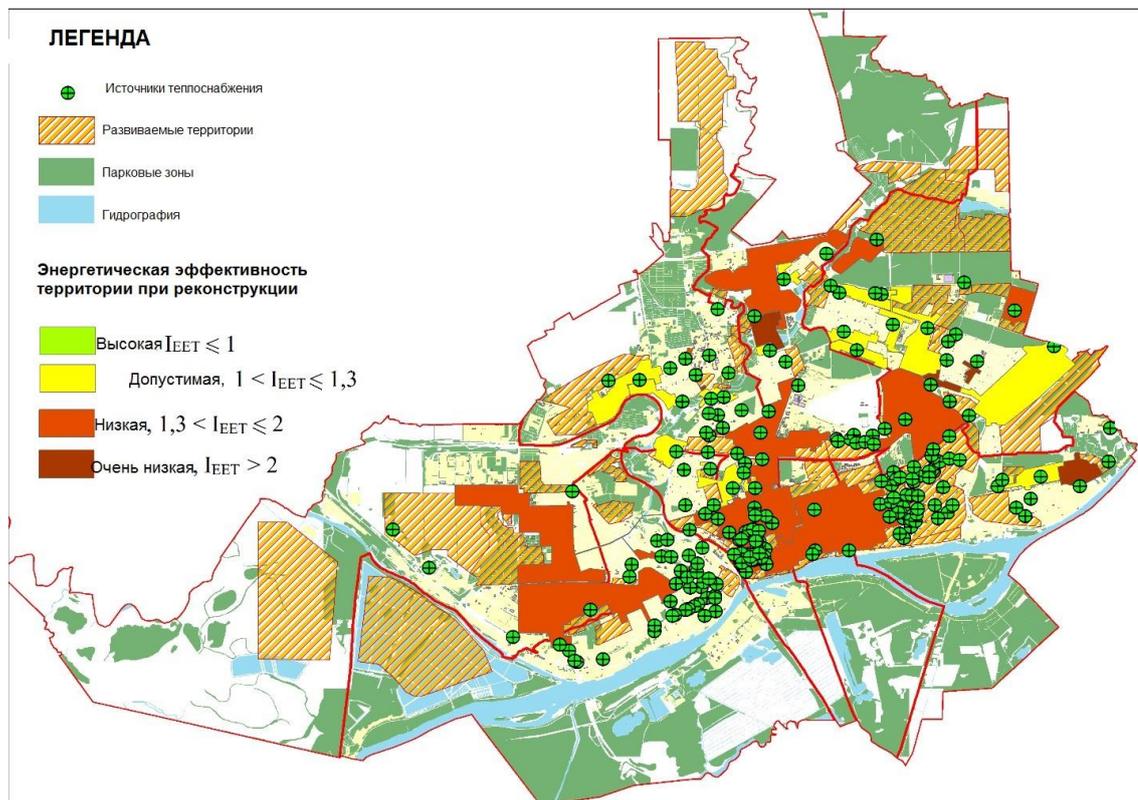


Рисунок 10 – Энергоэффективность реконструируемой территории

Анализ разработанной карты показывает, что большая часть территории Ростова-на-Дону имеет низкую энергоэффективность и нуждается в реконструкции.

#### 4.5 Разработка проекта «Энергоэффективный квартал»

Реализация разработанных методов и моделей показана на примере проекта «Энергоэффективный квартал» для Ворошиловского района в Ростове-на-Дону. На городской электронной карте отмечена часть территории, которая включает 68 многоквартирных домов и 6 общественных зданий, источником отопления для которых является только одна котельная. Данные по этой котельной представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Данные по источнику теплоснабжения

Адрес	Собственник	Тип топлива	Мощность, Гкал/час	Нагрузка, Гкал/час	Техническое условие
Улица Пацаева 5/6.	Муниципальное унитарное предприятие (МУП) «Теплокоммун-энерго»	газ	41,50	42,08	Неудовлетворительно, требует капитального ремонта или реконструкции

Фактическое потребление тепловой энергии прилегающими зданиями составляет 42 000 Гкал / год, тогда как нормативное потребление должно

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

составлять 21 000 Гкал / год при ограниченной скорости потребления тепловой энергии.

Для области, в которой осуществляется реконструкция, была выполнена оценка энергоэффективности:

- 1) построенный класс энергоэффективности – «ниже» ( $C_3=1,1$ );
- 2) территория имеет дефицит тепловой энергии ( $P_3=2$ );
- 3) источник тепловой энергии находится в неудовлетворительном состоянии и требует капитального ремонта или реконструкции ( $B_2=1,3$ );
- 4) оценка энергоэффективности для подлежащей реконструкции территории – это  $I_{EET} = 2,86$ , т.е. в процессе реконструкции достигается очень низкая энергоэффективность, требуются комплексные меры городского развития.

Согласно алгоритму выбора наиболее эффективных энергосберегающих решений реконструкции, необходимо выполнить следующее:

- 1) жилищное комплексное энергетическое оздоровление;
- 2) снижение плотности городской застройки путем сноса неэффективных зданий и строительства, новых энергоэффективных зданий;
- 3) реконструкция источников теплоснабжения.

В результате реализации энергосберегающих решений в застроенной зоне восстановленного блока значение индекса энергоэффективности приобретает значение  $I_{EET} = 0,95$ , что означает высокую энергетическую эффективность территории (рис. 11).

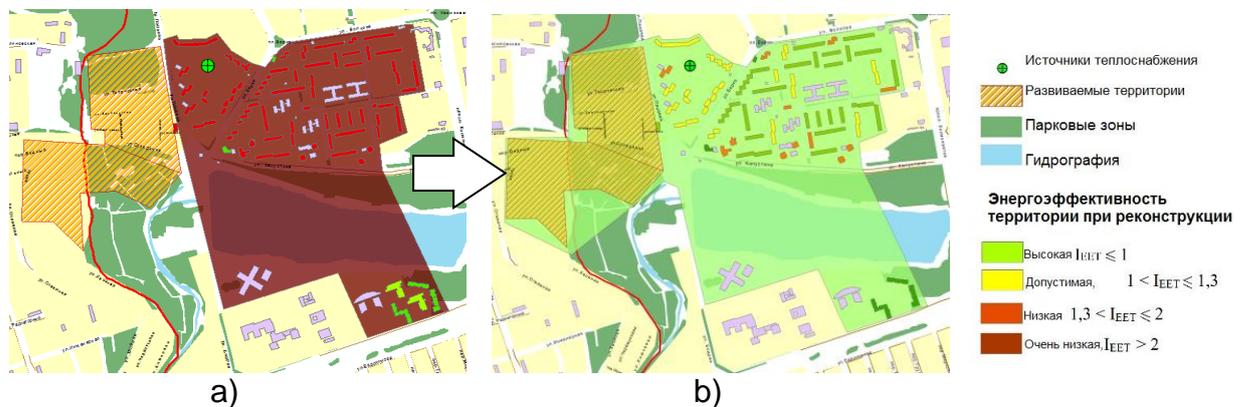


Рисунок 11 – Индекс энергоэффективности реконструируемой территории ( $I_{EET}$ )  
 а) перед мероприятиями по экономии энергии;  
 б) после мероприятий по экономии энергии

На территории, находящейся под рассматриваемой котельной, и в соответствии с Генеральным планом, расположен новый микрорайон площадью 160 м<sup>2</sup>. Расчеты показывают, что в результате описанных выше мер городского планирования источник тепла сохранил запас мощности. Таким образом, появляется возможность подключения дополнительной нагрузки – недавно разработанной территории. Нагрев вновь развитой площади 160 тыс. м<sup>2</sup> при условии, что новостройки построят нормативную стоимость потребления тепловой энергии, требует в среднем 12 000 Гкал в год.

### Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

Применение разработанных методов в рассматриваемой зоне реконструкции позволило получить следующие результаты: комплексное оздоровление смежных зданий (включая утепление стен в зданиях с приоритетом) снизит тепловую нагрузку котельной на 10%, что дает возможность увеличить тепловую нагрузку за счет примыкания нового микрорайона.

Предлагаемые методы энергосберегающей реконструкции застроенной территории позволяют оценить энергетические параметры территорий, находящихся на реконструкции, и выбрать комплекс градостроительных мероприятий для повышения их энергоэффективности. Применение этих методов позволяет обеспечить эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов в процессе эксплуатации города, жизни и деятельности человека, формирования энергоэффективного производства и потребления энергии, а также для повышения энергетических стандартов элементов городских зданий, и их устойчивого развития.

## Лекция 5

### Мероприятия по энергоэффективной модернизации и ремонту зданий в России. Виды и классификация.

В общем виде мероприятия по энергосбережению классифицируются по следующим признакам (рис. 12): классификация по энергосберегающим мероприятиям, по области применения, организационные, информационные, технические, экономические; по объёму затрат, не требующие затрат, инвестируемые; с точки зрения капиталоемкости: низкая стоимость, средняя стоимость, высокая стоимость; по месту в рабочий цикл; по данным инвестиционной привлекательности: для потребителя, для государства



Рис.12. Классификация основных направлений экономии энергии

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

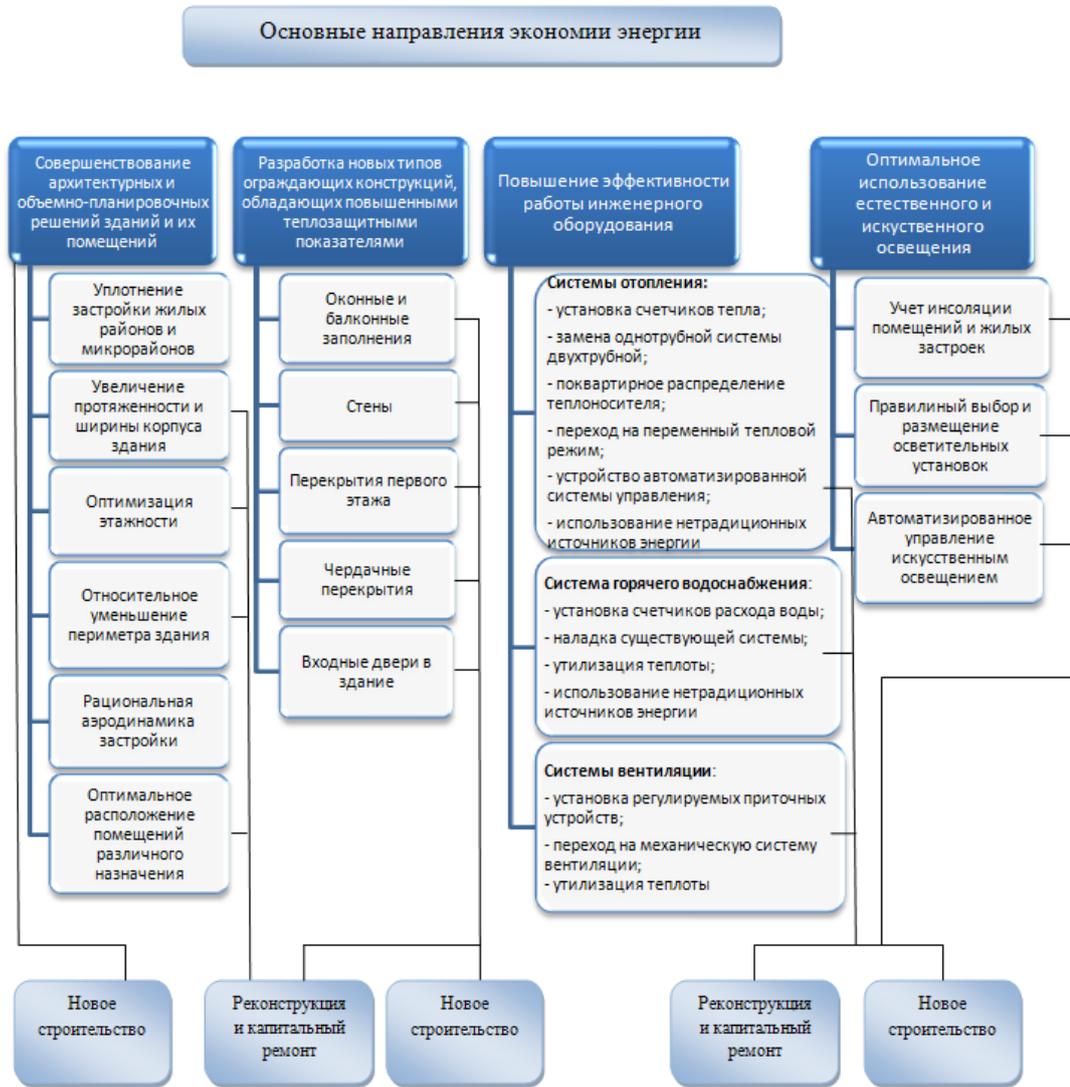


Рис.13.Основные направления экономии энергии

Основные направления энергосбережения:

**1. Совершенствование архитектурных и объемно-планировочных решений зданий и помещений**

- компактное расположение жилых районов и кварталов
- увеличение длины и ширины здания;
- оптимизация этажности
- относительное уменьшение периметра здания
- рациональной аэродинамическое развитие
- оптимальное расположение различных помещений
- новое строительство.

**2. Разработка новых типов ограждающих конструкций с высокими показателями теплоизоляции**

- окна и балконные заполнения
- стены

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- потолок первого этажа
- мансардный этаж
- входная дверь в здание
- реконструкция и капитальный ремонт
- новое строительство.

**3. Эффективность инженерного оборудования:**

- системы отопления
- установки теплового учета, замена однотрубной системы двухтрубной, поквартирное распределение теплоносителя, переход к переменным тепловым режимам, устройство автоматизированной системы управления, использование нетрадиционных источников энергии. Системы горячего водоснабжения, установка счетчиков потребления воды в зависимости от существующей системы, рекуперация тепла, использование нетрадиционных источников энергии. Системы вентиляции, поставка и монтаж управляемых устройств, переход на механическую систему приточно-вытяжной вентиляции, рекуперация тепла. Оптимальное использование естественного и искусственного освещения, включая инсоляцию жилых домов, правильный выбор и размещение осветительных систем, автоматизированное управление искусственным освещением, реконструкция и капитальный ремонт, новое строительство.

Определена ожидаемая экономия энергии для каждого направления (таблица 14).

Таблица 14 – Ожидаемая годовая экономия

Мероприятие	Ожидаемая годовая экономия
1. Совершенствование архитектурных и объемно-планировочных решений зданий	8... 10%
2. Разработка новых типов ограждающих конструкций, обладающих повышенными теплозащитными характеристиками	8...20%
3. Повышение эффективности работы систем инженерного оборудования	10...30%
4. Оптимальное использование естественного и искусственного освещения	6...8%

Технические мероприятия могут быть направлены на снижение нерациональных потерь энергоресурсов, регулирование потребления энергоресурсов и учет количества их потребления (рисунок 14).

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе



Рис.14. Технические мероприятия по ресурсосбережению

Технические мероприятия по ресурсосбережению в жилищном секторе: снижение нерациональных потерь потребляемых ресурсов, наружное утепление стен, реставрация герметизирующих межпанельных швов, утепление чердаков, технических этажей и подвалов, изоляция трубопроводов отопления и горячего водоснабжения, промывка оборудования и трубопроводов системы отопления, регулирование потребления ресурсов, модернизация индивидуальных тепловых пунктов, балансировка системы отопления, автоматическое регулирование температуры теплоносителя, установка ограничителей потока воды. Учет количества и качества потребляемых ресурсов, установка приборов учета тепловой энергии и воды, установка радиаторных регистраторов тепла, установка квартирных счетчиков горячей и холодной воды, установка приборов учета холодного водоснабжения, установка узла учета газа, установка приборов учета электроэнергии.

### 5.1 Конструкция здания

Достоинства повышения тепловой защиты конструкции здания:

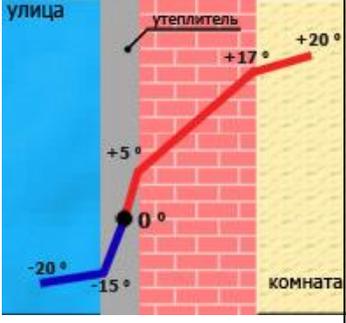
- повышение комфортности проживания в здании;
- снижение потребности в энергии и предотвратить падение температуры в здании;
- предотвращение повреждения конструктивных элементов здания;
- минимизация проблем, вызванных конденсацией воды и повышенной влажностью;

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- увеличение срока службы;
- снижение потребления ресурсов приводит к снижению выбросов двуоксида углерода и может рассматриваться как защита от последствий будущего повышения стоимости энергоносителей;
- стоимость и привлекательность жилого здания, в котором проведены энергосберегающие мероприятия, значительно выше.

**Утепление стен**

В большинстве случаев в отношении ресурсосбережения стены имеют большое значение, поскольку на них приходится около 30% от общих потерь тепла. Возможны следующие варианты утепления стен:

Утепление стен не выполнено	Утепление стен выполнено внутри помещения	Утепление стен выполнено снаружи помещения
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стены подвержены воздействию перепадов температуры.</li> <li>• Точка росы находится внутри стены, что ведет к образованию конденсата и постепенному разрушению конструкции.</li> <li>• Потери тепла могут достигать до 80%.</li> <li>• Значительная потеря тепла происходит через стены здания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стены не сохраняют и не накапливают тепло, подвержены промерзанию и воздействию перепадов температур. Стена находится в отрицательных температурах.</li> <li>• Между стеной и теплоизолирующим слоем возникает зона конденсации водяного пара.</li> <li>• Из-за разницы температур между теплоизоляцией и стеной образуется влага, что может привести к возникновению грибкового налёта.</li> <li>• Сокращается площадь помещений здания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стены не подвержены перепаду температур, сохраняют тепло.</li> <li>• Точка росы выведена во внешний теплоизолирующий слой, благодаря чему исключена возможность образования конденсата, стена остаётся сухой.</li> <li>• Значительно сокращены теплотери.</li> </ul>

Внешнее утепление стен является наилучшим решением с точки зрения улучшения физического состояния здания и эффективного ресурсосбережения. Однако, если внешняя теплоизоляция невозможна из-за необходимости сохранения исторического фасада здания, можно провести теплоизоляцию изнутри. Типичная толщина изоляционного слоя в данном случае составит 6–8

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

сантиметров. Во избежание конденсации влаги и сырости необходимо уделить особое внимание выбору подходящего конструкционного решения и его реализации на практике.

### Восстановление заделки межпанельных швов и гидрофобизация стен

Восстановление заделки межпанельных швов и гидрофобизация стен – это относительно малозатратные мероприятия по снижению тепловых потерь в панельных зданиях. Срок службы межпанельных швов обычно существенно меньше, чем срок службы самих панелей. Гидрофобизация представляет собой нанесение на предварительно подготовленную наружную поверхность панелей специального раствора, придающего ей водо-, пыле- и грязеотталкивающие свойства, препятствующего образованию на ней органических соединений и сохраняющему ее паро- и воздухопроницаемость.

### Окна

Энергосберегающие свойства окон зависят от типа и качества профиля и характеристик стеклопакета.

Применяются следующие способы сокращения теплопотерь через окна:

1. **Увеличение количества камер в стеклопакете.**
2. **Установка дополнительных съемных переплетов.**

Позволяет увеличить сопротивление теплопередаче (с отдельными переплетами) от 0,42 до 0,55 м<sup>2</sup>С/Вт и повысить температуру внутренней поверхности окна с 6 до 8,1 °С. При спаренных переплетах третий переплет устанавливают со стороны помещения; при отдельных – в межстекольное пространство на внутреннем переплете

3. **Временные теплозащитные устройства** – жалюзи, ставни и т.п. – существенно уменьшают теплоотдачу через окна в ночные часы

4. **Применение специальных энергосберегающих стекол и светотехнических пленок**

Установка пленочных теплоотражающих стекол разбивает межстекольное пространство на два воздушных зазора меньших размеров, но с суммарным термическим сопротивлением большим, чем сопротивление исходного межстекольного пространства.

Энергосберегающее стекло – это стекло с тонким покрытием, обладающее свойствами пропускать видимый свет и солнечное тепловое излучение, инфракрасное длинноволновое излучение, источником которого являются предметы, нагретые до комнатной температуры, отражает обратно в помещение. Излучательная способность обычного стекла  $E=0,83$ , а у стекла с низкоэмиссионным оптическим покрытием  $E=0,2$ , стекло отражает в помещение до 90% тепловой энергии, что позволяет существенно сократить расходы на отопление жилья.

Стеклопакеты с энергосберегающим стеклом обладают рядом преимуществ:

– улучшенная теплоизоляция однокамерного стеклопакета с энергосберегающим стеклом по сравнению с двухкамерным стеклопакетом с обычным стеклом.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- энергосберегающие однокамерные стеклопакеты значительно дешевле двухкамерных;
- небольшой вес, меньшая нагрузка на фурнитуру створки, продление срока использования пластикового окна;
- комфортный микроклимат в зоне окна.

### **5. Заполнение камеры стеклопакета аргоном**

Вместе с применением низкоэмиссионного стекла для улучшения теплозащиты газ является очень хорошим теплоизолятором. Окно, изготовленное с камеры стеклопакета, заполняются инертным газом – аргоном.

### **6. Заделка и уплотнение оконных и дверных блоков.**

Заделка между оконной рамой и стеной применяется к квартирным окнам и балконным дверям во внешних стенах зданий. При заделке имеющееся пустое пространство между рамой и элементом конструкции заполняется полиуретановой пеной или уплотняется силиконовыми прокладками.

### **7. Применение стеклопакетов с обогреваемым стеклом**

Суть технологии состоит в нанесении специального токопроводящего напыления на одну из внутренних поверхностей светопрозрачного элемента и подключении стеклопакета к электросети. Такие стеклопакеты оборудуются температурными датчиками, по сигналу которых включается или отключается подача электропитания.

**8. Применение стеклопакетов с встраиваемыми солнечными модулями (батареями).**

## **Кровля, чердачное перекрытие**

Прогрев неутепленной кровли изнутри помещения приводит к таянию снега на кровельном покрытии. При этом возникает опасность обрушения снега и льда с крыши, а также происходит быстрый износ покрытия, разрушение водостоков и карнизов. В жаркое время года разогревающееся кровельное покрытие без теплоизоляции становится причиной повышения температуры в жилом помещении, что делает условия проживания некомфортными. Как следствие, происходит увеличение энергопотребления на вентиляцию и кондиционирование воздуха.

Для снижения теплопотерь здания, уменьшения шумовой нагрузки, обеспечения долговечности конструкции крыши и создания комфортных условий проживания необходима качественная и надежная теплоизоляция.

В случае, если здание имеет скатную кровлю и чердак холодный, утепляют чердачное перекрытие; если здание имеет скатную кровлю и теплый чердак – утепляют скатную кровлю; плоскую кровлю над теплым помещением утепляют всегда.

## **Схемы утепления скатных кровель**

Полости между стропилами заполняют теплоизоляционным материалом, который снаружи защищается от атмосферной влаги, конденсата и эрозии ветро- и гидроизоляционными материалами. С внутренней стороны утеплителя

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

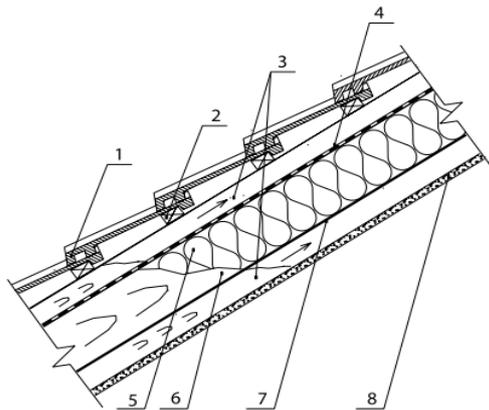
укладывают пароизоляционные материалы, призванные выполнять функцию паробарьера.

Выбор схемы утепления зависит от конструктивных особенностей ферм, толщины стропил, а также от удобства и навыков проведения работ по монтажу конструкции кровли. В современной практике используются три схемы утепления:

- с утеплителем, размещенным между стропилами (несущий каркас находится в утеплителе);
- с утеплителем, размещенным между стропилами и в каркасе над стропилами (несущий каркас находится в теплой зоне);
- с утеплителем, размещенным между стропилами и в каркасе под стропилами (несущий каркас находится в холодной зоне)

**Схема с утеплителем, размещенным между стропилами.**

Применяется, если толщина слоя утеплителя, полученная в результате теплотехнического расчета, меньше или соответствует толщине стропил (рисунок 15).



- 1 – кровельное покрытие
- 2 – контробрешетка (основание для крепления кровельного материала)
- 3 – проставочный брус (обеспечивает воздушный зазор над утеплителем)
- 4 – гидроизоляционная паропроницаемая мембрана
- 5 – теплоизоляция
- 6 – стропила
- 7 – пароизоляция
- 8 – внутренняя отделка

Рис.15. Схема с утеплителем, размещенным между стропилами.

**Схема с утеплителем, размещенным между стропилами и в каркасе над стропилами**

При этой схеме утепления нижний слой теплоизоляционного материала располагается между стропилами, а верхний устанавливается в контробрешетку, смонтированную поверх стропил.

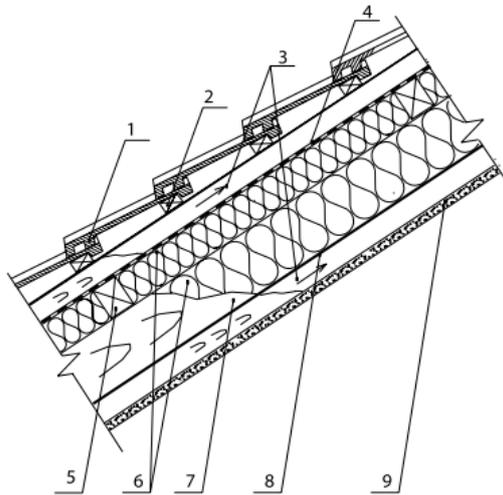
Такую схему обычно выбирают, если:

- толщины стропил недостаточно для установки утеплителя требуемой толщины;
- нужно максимально увеличить полезный объем мансарды, но толщины стропил недостаточно для установки необходимого слоя теплоизоляции;
- стропильные балки имеют большой свес наружу, например, служат несущей конструкцией козырька балконов.

Преимущества такой схемы:

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- наружное утепление защищает ограждающую конструкцию от воздействия переменных температур наружного воздуха, что приводит к увеличению долговечности конструкций;
- формируется более благоприятный климат помещения за счет повышения температуры внутренних поверхностей стен и потолка мансарды, уменьшается перепад температур внутреннего воздуха и на поверхности стены;
- при наружном утеплении полезный объем мансарды максимален.



- 1 – кровельное покрытие
- 2 – контробрезетка (основание для крепления кровельного материала)
- 3 – проставочный брус (обеспечивает воздушный зазор над утеплителем)
- 4 – гидроизоляционная паропроницаемая мембрана
- 5 – обрешетка для теплоизоляции
- 6 – теплоизоляция
- 7 – стропила
- 8 – пароизоляция
- 9 – внутренняя отделка

Рис.16.Схема с утеплителем, размещенным между стропилами и в каркасе над стропилами

### Схема с утеплителем, размещенным между стропилами и в каркасе под стропилами

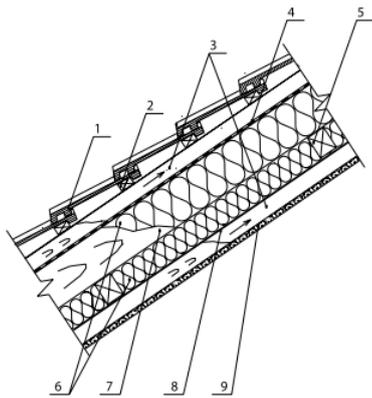
При этой схеме верхний слой утеплителя располагается между стропильными ногами, а нижний устанавливается в каркас контробрезетки, смонтированной изнутри помещения.

Основным недостатком такой схемы утепления является уменьшение полезного объема помещения мансарды.

Такую схему выбирают, если:

- высока вероятность неблагоприятных погодных условий и приоритетной является задача максимально быстрой установки кровельного покрытия, чтобы уберечь дом от осадков;
- утеплению подлежит реконструируемое здание с уже установленной кровлей;
- стропильные балки имеют большой свес наружу, например, служат несущей конструкцией козырька балконов;
- стропильная конструкция выполнена из металла и есть необходимость в перекрывании мостиков холода теплоизоляционным материалом;
- есть необходимость в минимизации высоты здания;
- монтаж удобнее производить изнутри помещения.

Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

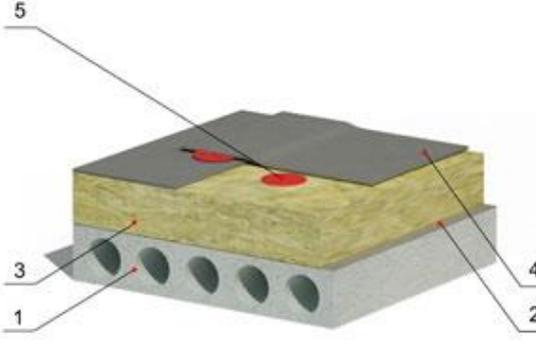
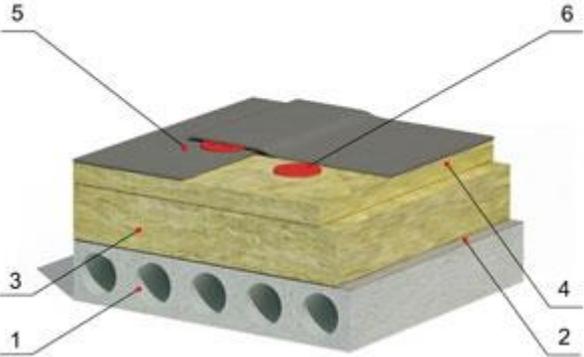


- 1 – кровельное покрытие
- 2 – контробрешетка
- 3 – проставочный брусок
- 4 – гидроизоляционная паропроницаемая мембрана
- 5 – обрешетка для теплоизоляции
- 6 – теплоизоляция
- 7 – стропила
- 8 – пароизоляция
- 9 – внутренняя отделка

Рис.17. Схема с утеплителем, размещенным между стропилами и в каркасе под стропилами

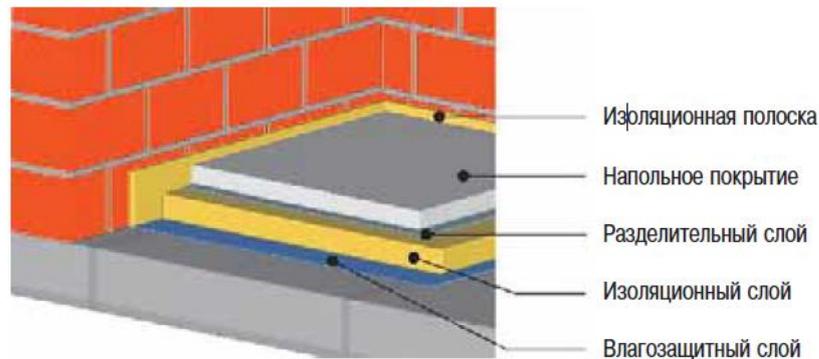
Утепление плоской кровли

Несущей частью системы мягкой кровли является плита перекрытия. На сегодня существуют две типовые схемы устройства **утепления мягкой кровли**: однослойная и двухслойная кровельная теплоизоляция.

Однослойная система теплоизоляции	Двухслойная система мягкой кровли
<p>Весь слой утепления при монтаже или ремонте крыши выполняется из кровельной теплоизоляции одной плотности. Если по своему назначению и устройству мягкая кровля будет эксплуатироваться, то поверх кровельного утеплителя крыши выполняется монтаж бетонной стяжки.</p>	<p>Система состоит из двух слоев материала теплоизоляции крыши. Нижний слой кровельного утеплителя является основным материалом, имеет максимальное термическое сопротивление и толщину 70-170 мм при небольшой прочности. Верхний слой утеплителя выполняет функцию перераспределения механической нагрузки на всю плоскую систему, имеет толщину 30-50 мм, большую прочность на сжатие и плотностью. Такое перераспределение функций между слоями материала позволяет существенно снизить вес утеплителя и всей плоской системы мягкой кровли.</p>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 – Плита перекрытия крыши</li> <li>2 – Пароизоляция крыши</li> <li>3 – Утеплитель для крыши</li> <li>4 – Кровельный материал крыши</li> <li>5 – Телескопический кровельный крепеж</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 – Плита перекрытия крыши</li> <li>2 – Пароизоляция</li> <li>3 – Нижний слой утеплителя</li> <li>4 – Верхний слой утеплителя</li> <li>5 – Кровельный материал</li> <li>6 – Телескопический крепеж утеплителя-</li> </ul>

### Перекрытие над подвалом / нижний этаж

Термоизоляции перекрытий подвалов обычно уделяют мало внимания, однако здесь есть возможность получить значительную экономию тепла при небольших затратах. В результате повышается температура в помещениях, находящихся над подвалом, что повышает комфортность проживания.



Для теплоизоляции потолков в подвале или полов на нижнем этаже рекомендуется слой утеплителя толщиной не менее 6 сантиметров.

### Температурные мостики

Изоляционный материал должен создавать герметичную оболочку для всех отапливаемых помещений в здании. На практике проблемы возникают в местах соединения отдельных структурных элементов. Эти нарушения изоляционного слоя называют «температурными мостиками» (или чаще — «мостиками холода»). Для минимизации потерь тепла необходимы специальные меры:

- изоляция стен должна опускаться не менее чем на 50 см ниже уровня потолка подвала. На уровне земли необходим влагозащитный слой по всему периметру.
- систему теплоизоляции крыши необходимо совмещать с теплоизоляцией стен.
- теплоизоляционный слой стен должен перекрывать оконный проем не менее чем на 2–4 сантиметра.
- серьезные проблемы возникают при консольном монтаже балконов к потолочной панели зданий. При проведении теплоизоляции стен наилучшим решением является ликвидация балконов или иных выступающих элементов. Их можно также заменить самонесущими балконами, имеющими точечное крепление к стене.

## 5.2 Инженерные системы

### Вентиляция

Вентиляция – это регулируемый воздухообмен в помещениях, создающий благоприятное для человека состояние воздушной среды (состава воздуха, температуры, влажности и пр.), а также совокупность технических средств, обеспечивающих такой воздухообмен.

Воздухообмен необходим как для комфорта жильцов, так и для удаления избытка влаги, который образуется в процессе жизнедеятельности (в результате наличия растений, готовки, пользования ванной). Минимальный воздухообмен необходим для поддержания качества воздуха в помещениях.

Жильцами многоквартирных домов вентиляция осуществляется путем периодического открывания окон. Следует учитывать, что в случае постоянного проветривания происходит значительная потеря тепла. Для эффективного воздухообмена без потерь тепла оболочка здания должна быть воздухонепроницаемой, а воздухообмен должен осуществляться по предусмотренным вентиляционным каналам.

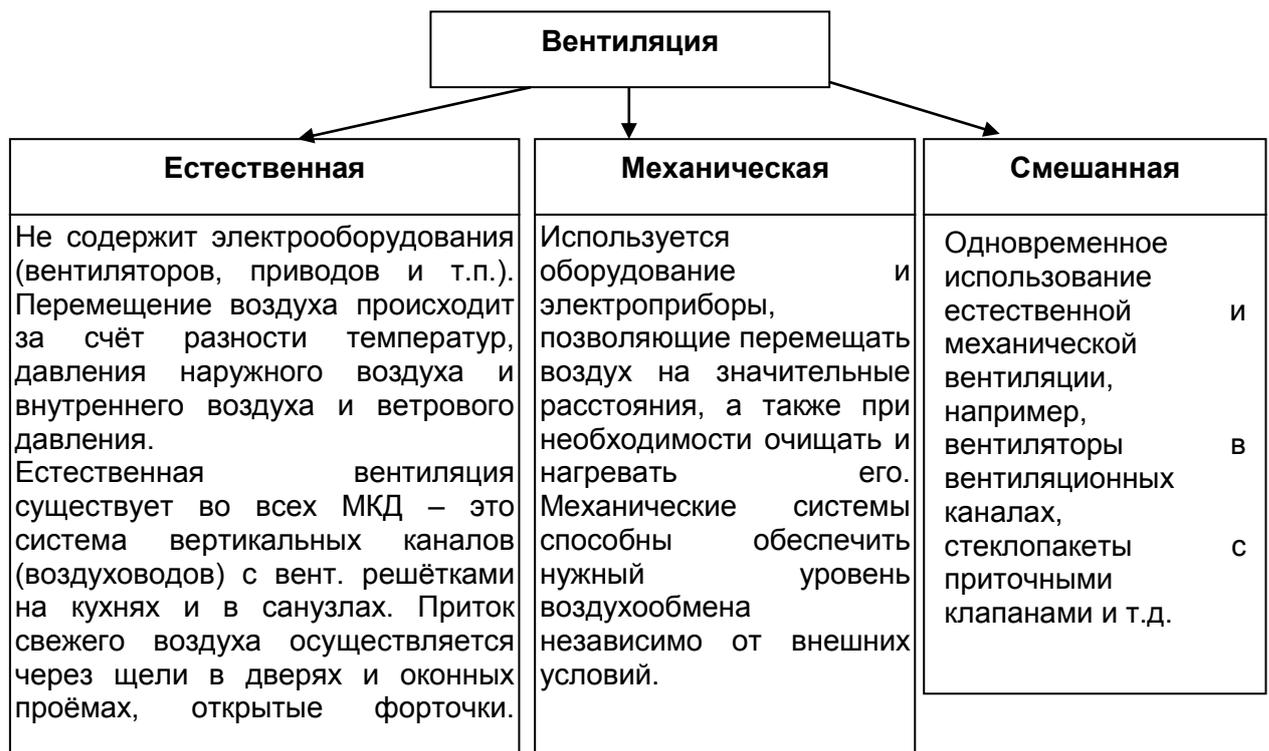


Рис.18. Системы вентиляции многоквартирных домов

Приточная вентиляция: один из видов механической вентиляции, служат для подачи в вентилируемые помещения чистого воздуха взамен удаленного. Приточный воздух подвергается специальной обработке (очистке, нагреванию, увлажнению и т.д.) с помощью соответствующего дополнительного оборудования.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

**Вытяжная вентиляция:** удаляет из помещения загрязненный или нагретый отработанный воздух. В общем случае в помещении предусматриваются как приточные системы вентиляции, так и вытяжные системы. В помещениях может быть также предусмотрена только вытяжная или только приточная система вентиляции.

Для обеспечения нормального уровня воздухообмена рекомендуется система механической вентиляции.

Наилучшими являются системы, обеспечивающие экономию ресурсов за счет **утилизации тепла из вытяжной вентиляции**. В вентиляционных системах зданий заданное количество удаляемого воздуха забирается из помещений с высоким содержанием влаги и загрязнений: кухни, туалета, ванной комнаты, – затем охлаждается в теплообменнике и выбрасывается наружу. Такое же количество предварительно очищенного от пыли наружного приточного воздуха нагревается в теплообменнике без контакта с удаляемым воздухом и подается в жилые помещения, спальня и детские комнаты. Соответствующие устройства располагаются на чердаках, в подвалах или во вспомогательных помещениях.

В системах автоматической приточной вентиляции заданное количество воздуха с помощью вентиляторов подается в помещение непрерывно. Вытяжные вентиляторы отбирают загрязненный воздух из кухонь, туалетов и т.д.

Для обеспечения утилизации тепла в систему включаются специальные теплообменники, при необходимости снабженные тепловым насосом.

Современные установки в домах с хорошей теплоизоляцией, по сравнению с конвективной системой отопления, позволяют экономить до 50% тепла.

Управляемая система вентиляции и утилизации тепла требует энергетических затрат на подогрев воздуха меньше, чем другие системы. При этом, благодаря снижению установочной мощности системы отопления, при новом строительстве снижаются инвестиционные затраты. Кроме того, за счет использования систем утилизации тепла, снижаются затраты на топливо, так как используются бытовые тепловыделения (тепловыделения от людей, электрических приборов, освещения, а также инсоляция и т.д.).

### Система теплоснабжения

В настоящее время в городах распространена вертикальная однотрубная насосная система водяного отопления с зависимым присоединением ее к наружным теплопроводам. Выбор данной системы основывался, исходя из экономии металла, небольшой трудоемкости заготовительных и монтажных работ, простоты в обслуживании.

При такой системе отопления тепловой режим в отдельных помещениях отклоняется от заданного вследствие нарушений расчетных условий в системе, вызываемых:

- несоответствием фактической площади нагревательной поверхности отопительных приборов расчетной площади,
- неплановым изменением температуры и расхода воды.
- снижения температуры теплоносителя из-за продвижения воды через последовательно соединенные отопительные приборы каждого стояка или ветви.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

В результате при эксплуатации проводят центральное регулирование температуры горячей воды, ориентируясь на помещения, находящиеся в неблагоприятных тепловых условиях. Это вызывает перегревание большинства помещений и перерасход теплоты на обогревание зданий.

Недостатками зависимой схемы присоединения отопления к наружным теплопроводам являются сложности регулирования температуры горячей воды и зависимость теплового режима здания от температуры воды и наружном теплопроводе.

Модернизация системы отопления заключается в:

- замене однетрубной системы отопления двухтрубной;
- установке счетчиков тепла;
- теплоизоляции трубопроводов отопления;
- замене вертикальной системы отопления горизонтальной системой с поквартирным распределением теплоносителя;
- установке теплового насоса;
- устройстве автоматической системы управления работой инженерного оборудования;
- переходе на комбинированную систему отопления с переменным тепловым режимом в зданиях с кратковременным пребыванием людей.

Под регулированием системы отопления понимают комплекс мероприятий, направленных на максимальное приближение теплоотдачи ее элементов к текущей переменной теплопотребности отапливаемых помещений в течение отопительного сезона для выдерживания расчетной температуры помещений.

Регулирование теплоподдачи в систему отопления можно осуществлять в систему здания в целом, в пофасадных частях системы, в горизонтальных поэтажных ветвях или путем индивидуального регулирования теплоотдачи отдельных отопительных приборов.

*Автоматизированное регулирование теплоподдачи* в систему отопления здания в целом, осуществляемое в тепловом пункте при вводе наружных теплопроводов, позволяет корректировать график центрального регулирования и частично учитывать теплопоступления от солнечной радиации. Автоматизированное *пофасадное регулирование* частей системы отопления сопровождается сокращением теплотрат (до 12%) по сравнению с теплотратами при обычном центральном регулировании. При пофасадном регулировании контроль работы частей системы отопления проводят по трем-четырем неблагоприятно расположенным (обычно недогреваемым) помещениям. Это вызывает перегревание других помещений.

Более эффективно автоматическое регулирование теплоподдачи в отдельные крупные помещения горизонтальными поэтажными ветвями системы отопления. При поэтажном регулировании температура воздуха в обслуживаемых помещениях поддерживается на заданном уровне с точностью  $\pm 1,5$  °С.

Автоматическое регулирование теплоподдачи индивидуальными регуляторами, устанавливаемыми на теплопроводах отопительных приборов или агрегатов. При таком способе регулирования полезно используются теплопоступления в помещения от людей, бытовых приборов, солнечной

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

радиации, электрического освещения и оборудования и других источников, а также учитывается неблагоприятное воздействие ветра.

**Промывка оборудования и трубопроводов системы отопления.** В ходе эксплуатации трубопроводы, радиаторы и другие элементы системы отопления могут загрязняться механическими примесями, имеющимися в теплоносителе. Кроме того, при отклонениях химического состава теплоносителя от нормативного может иметь место коррозия, продукты которой осаждаются на внутренней поверхности оборудования. Промывка оборудования и трубопроводов системы отопления позволяет очистить их внутреннюю поверхность от механических и химических отложений и восстановить проектные характеристики системы отопления. Наиболее простой способ – прокачка воды из системы холодного водоснабжения через систему отопления в направлении, противоположном нормальному течению теплоносителя, а затем – в направлении нормального течения и т.д. Более значительные результаты достигаются при использовании промывочных машин, позволяющих применять более сложные технологии (химическую, пневматическую, импульсную и др.).

**Реконструкция внутридомовой системы отопления** путем устройства индивидуального теплового пункта (ИТП) с теплообменниками для приготовления горячей воды для отопления и ГВС с автоматическим регулированием температуры воды.

Тепловой пункт (ТП) – комплекс устройств, расположенный в обособленном помещении, состоящий из элементов тепловых энергоустановок, обеспечивающих управление режимами теплоснабжения.

Основными задачами ТП являются:

- обеспечение потребителей теплом, горячей и холодной водой;
- контроль и регулирование параметров теплоносителя;
- распределение теплоносителя по системам теплоснабжения;
- отключение систем теплоснабжения;
- защита систем теплоснабжения от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- учет расходов теплоносителя и тепла.

**Виды тепловых пунктов:**

ТП различаются по количеству и типу подключенных к ним систем теплоснабжения, а также по типу монтажа и особенностям размещения оборудования в помещении. Различают следующие виды:

**Индивидуальный тепловой пункт (ИТП).** Используется для обслуживания одного потребителя (здания или его части). Как правило, располагается в подвальном или техническом помещении здания, однако может быть размещён в отдельно стоящем сооружении. ИТП позволяют при сохранении централизованного производства тепловой энергии потребителям в каждом отдельном доме:

- получать определенное количество тепла (в том числе устанавливать для дома свои сроки отопительного сезона и показатель комфортной температуры в помещениях);

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

- регулировать потребление тепловой энергии на отопление в зависимости от температуры наружного воздуха и потребности жителей;
- регулировать температуру в помещениях в разное время суток (в ночное время температура устанавливается на 2 градуса ниже, чем в дневное, за счет чего можно сократить потребление тепла на 10-15%).

**Центральный тепловой пункт (ЦТП).** Используется для обслуживания группы потребителей (зданий, промышленных объектов). Чаще располагается в отдельно стоящем сооружении, но может быть размещен в подвальном или техническом помещении одного из зданий.

### **Совершенствование эффективности системы горячего водоснабжения (ГВС)**

В системах ГВС большинства эксплуатируемых зданиях наблюдаются значительные перерасходы теплоты, которые могут достигать более 30% от ее расчетного расхода. Основными причинами таких потерь являются:

- слив воды пользователями – из-за халатного использования горячей воды, а во-вторых, при необходимости получения требуемой температуры воды;
- отсутствие тепловой изоляции на подающей магистрали и стояках системы горячего водоснабжения;
- наличие избыточного напора воды у санитарных приборов нижних этажей зданий.

Слив воды пользователями вследствие необходимости получения требуемой температуры устраняется наладкой работы ГВС: на уровне квартала путем выравнивания величины гидравлического сопротивления системы водоснабжения каждого здания; на уровне здания: путем изменения схемы водоснабжения.

## **5.3 Мероприятия по учету количества потребляемых ресурсов**

**Установка общедомовых узлов учета тепловой энергии и воды.** Узлы учета тепловой энергии и воды устанавливаются на вводе в здание трубопроводов системы районного тепло- и водоснабжения, либо в составе ИТП. Основным элементом узла учета тепловой энергии является тепловой счетчик, в состав которого входят вычислитель, расходомеры, термомпары и датчики давления, устанавливаемые на прямом и обратном трубопроводах системы отопления. Вычислитель выполняет функции регистрации и хранения информации о расходе, температуре и давлении теплоносителя.

**Установка радиаторных регистраторов тепла.** Для поквартирного учета тепла используются радиаторные регистраторы тепла. Показания с регистраторов снимаются один раз в год, с помощью переносных терминалов. Регистраторы дают информацию об относительном потреблении тепла, поэтому для организации системы учета нужно оснастить однотипными регистраторами радиаторы всех потребителей.

**Установка квартирных узлов учета горячей и холодной воды.** Учет воды в квартирах заключается в регистрации объема потребленной воды. Показания обычно снимаются визуально. Учет холодной воды целесообразно проводить как для всего здания в целом, так и для отдельных его квартир.

## Энергетика и ресурсосбережение в жилищном секторе

**Установка узлов учета газа.** Учет газа целесообразно проводить для всего здания в целом или нескольких его секций. Узел учета устанавливается снаружи здания на трубопроводе системы районного газоснабжения или на его отводе внутри подъезда.

**Установка электросчетчиков.** Как правило, все здания и квартиры уже обеспечены электросчетчиками. В таком случае, целесообразна замена старых счетчиков на новые модели, обеспечивающие большую точность измерения параметров электроэнергии и позволяющие с целью использования двухставочного тарифа отдельно фиксировать потребление в дневное и ночное время.

### 5.4 Мероприятия по регулированию потребления ресурсов

**Регулирование потребления ресурсов** – процесс ограничения их избыточного предложения. Эффективное регулирование возможно только при наличии у коммунальных организаций достаточных мощностей по производству ресурсов и при обеспечении проектных параметров поставляемых ресурсов. Для МКД наиболее важным мероприятием является модернизация ИТП и балансировка системы отопления. Для отдельных квартир наиболее важным мероприятием является установка радиаторных термостатических вентилей и ограничителей расхода воды.

**Модернизация ИТП** позволяет устранить перетопы, характерные для начала и окончания отопительного сезона, и обеспечить экономию до 5–10% среднегодового потребления тепловой энергии.

**Балансировка системы отопления здания** — это распределение потоков теплоносителя по горизонтальным трубам (розливам) и вертикальным трубам (стоякам) таким образом, чтобы обеспечить одинаковую температуру во всех квартирах. Правильная балансировка системы отопления вместе с правильной регулировкой ИТП обеспечивает нормативную температуру воздуха во всех квартирах при минимальном потреблении тепла.

**Установка термостатических радиаторных вентилей.** Установленный на радиаторе термостатический вентиль автоматически регулирует расход теплоносителя через радиатор так, чтобы поддерживать температуру воздуха около него постоянной, что позволяет потребителям самостоятельно обеспечивать комфортные температурные условия. В ночное время или при длительном отсутствии жителей температура может быть установлена ниже нормативной, обеспечивая существенную экономию тепловой энергии (снижение температуры в каждый градус уменьшает потребление тепла примерно на 5%).

**Установка ограничителей расхода воды.** Ограничители расхода воды представляют собой механические устройства, устанавливаемые в смесителях. Проходное сечение ограничителей существенно меньше, чем у самих выпускных отверстий, что значительно снижает расход воды. Проходя через ограничитель, струя воды насыщается воздухом, что увеличивает площадь поверхности воды и, соответственно, ее моющую способность.

### 5.5 Прочие мероприятия

**Установка радиаторных отражателей.** Значительная часть лучистой энергии, выделяемой радиатором, направляется в сторону стены, на которой он укреплен. Установка на стене за радиатором отражателя позволяет вернуть большую часть этой энергии обратно в квартиру. Отражатель представляет собой комбинацию отражающего и теплоизоляционного слоев. Отражающая фольга наносится на слой гибкого изоляционного слоя толщиной не менее 1,5 см, что облегчает монтаж отражателя за радиатором.

**Реконструкция входов в подъезды с целью** снижения избыточной инфильтрации. Обычно включает замену наружных и внутренних входных дверей в подъезд на новые металлические двери с качественной изоляцией, которые оборудованы автоматическими доводчиками и эффективными дверными защелками. При необходимости производится также расширение тамбура до такого размера, чтобы после прохода человека первая дверь успевала закрываться до того, как он откроет вторую дверь.

**Установка настенных водоподогревателей.** Они используются как для снабжения горячей водой, так и для отопления одного или нескольких помещений. Поскольку источник тепла находится непосредственно у потребителя, то нерациональные потери, характерные для централизованного теплоснабжения, в этом случае полностью отсутствуют. При их установке в зданиях, ранее подключенных к системе районного теплоснабжения, требуется выполнить значительный объем работ по реконструкции трубопроводов газа и отопления и по модернизации электрического оборудования.