

УДК 338

Сиразетдинов Р.М. – доктор экономических наук, доцент

Добросердова Е.А. – кандидат экономических наук, доцент

E-mail: ele79958738@yandex.ru

Мавлютова А.Р. – ассистент

E-mail: amavliutova@mail.ru

Латыпов Э.Н. – студент

E-mail: emil787lat@mail.ru

Гурьева А.Г. – студент

E-mail: annytka467@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420127, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Моделирование результатов инновационных энергосберегающих решений в области строительства индивидуальных жилых домов

Аннотация

На основании проведенных исследований, связанных со сравнением результатов теплотехнических расчетов ограждающих конструкций традиционных и энергоэффективных домов приведено обоснование эффективности применения энергосберегающих систем и материалов в строительстве индивидуальных жилых домов. Рассмотрены структура и современные тенденции рынка жилой недвижимости. Описаны общие требования к энергоэффективности здания. Представлены рациональные пути повышения общего уровня энергоэффективности индивидуальных жилых домов. Разработана модель энергоэффективного здания в зависимости от величины теплопотерь через ограждающие конструкции и теплозатрат на нагревание инфильтрующегося воздуха.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, энергоэффективный дом, энергоэффективное строительство, коэффициент теплопередачи, удельная тепловая характеристика.

В настоящее время перед отраслями народного хозяйства стоит задача повышения эффективности использования энергетических ресурсов, выполнение которой определяет повышение качества жизни населения и улучшение экологической обстановки урбанизированных территорий. Современные преобразования в экономике и политике предполагают снизить напряженность в сфере отношений человека и природной среды, что обуславливает необходимость немедленного внедрения в деятельность хозяйствующих субъектов мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и общему снижению уровня их потребления [1].

Строительство, как один из видов деятельности человека, на всех этапах развития общества активно создает искусственную среду, чтобы обеспечить комфортные условия для жизнедеятельности. Темпы современного жилищного строительства высоки, поэтому можно говорить о высоком уровне вовлечения природных ресурсов по всем направлениям строительного производства, предопределяя увеличение антропогенной нагрузки на окружающую среду (рис. 1).

В Российской Федерации в последние годы отмечается высокий уровень строительства индивидуальных жилых домов. Данный сегмент рынка жилой недвижимости давно вызывает большой интерес как со стороны инвесторов, так и со стороны конечных потребителей – собственников жилья, поэтому общую тенденцию населения к загородному строительству можно назвать основным фактором роста ввода объектов индивидуального жилищного строительства. Необходимо отметить, что Республика Татарстан по объему строительства жилья занимает лидирующее первое место в Приволжском федеральном округе и шестое среди субъектов в целом [2].

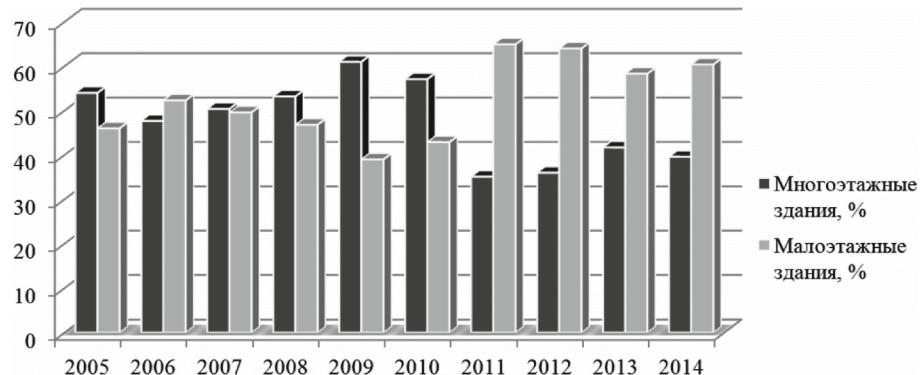


Рис. 1. Динамика ввода жилья в Республике Татарстан за период 2005-2014 гг.

Положительная тенденция развития строительства требует внедрения в производственный процесс высокоэффективных энергосберегающих технологий, которые обеспечат улучшение производственно-технологических показателей отрасли и качества жизни населения, а также позволят снизить негативное воздействие строительных объектов на окружающую среду на всех этапах его жизненного цикла. В этой связи для строительной отрасли вопросы экологического строительства и энергосбережения имеют особую актуальность [3].

Энергоэффективность и энергосбережение считаются главными составляющими рационального природопользования, поэтому входят в состав широкого спектра стратегических задач развития России, в том числе технологического. Однако в России строительство энергоэффективных жилых домов недостаточно развито, поэтому данное направление можно отнести к инновационному, требующему особого внимания со стороны государства и закрепления его основных принципов на законодательном уровне в области строительного производства.

Реализация государственных программ по энергосбережению и повышению энергетической эффективности хозяйствующих субъектов возможна при наличии экологической ответственности в управлении строительством, способствующей переходу к рациональному и экономически целесообразному использованию энергетических ресурсов через оптимизацию, модернизацию и технологическое развитие основного производства.

Реализация строительными организациями и предприятиями разработанных мероприятий по энергосбережению и охране окружающей среды способствует повышению их финансовой устойчивости, энергетической и экологической безопасности, но самое главное – их конкурентоспособности в условиях современного рынка строительных услуг. Именно поэтому хочется подчеркнуть, что решение вопросов эффективного использования энергоресурсов возможно уже на стадии планировочных решений проектируемого объекта, которые позволят соответствовать разрабатываемому проекту современным требованиям к комфорtabельности, экологичности и энергоэффективности [4].

В строительном производстве широко используются разнообразные природные ресурсы, однако, экологизация деятельности требует сокращения потребления природных ресурсов, в особенности – невозобновляемых, поэтому сегодня научное сообщество активно ведет исследования в сфере энергоэффективного строительства и повышение энергоэффективности зданий.

Именно поэтому в 2011 году принимается международный стандарт ISO 50001, определяющий требования для установки, внедрения, сопровождения и улучшения системы энергоменеджмента и подсистем, касающихся энергоэффективности, энергобезопасности и энергопотребления.

В рамках российско-германского проекта «Complex ecoenergy» приводится следующее определение понятия энергоэффективности:

- энергоэффективность – эффективное (рациональное) использование энергии, снижение ее потребления для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий, достижение экономически оправданной эффективности использования топливно-

энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды.

- энергоэффективный дом – это сооружение, целью которого является обеспечение комфортных условий для проживания людей, минимальное энергопотребление и соблюдение экологической безопасности для окружающей среды [5].

Предложенные определения не затрагивают в полной мере основных характеристик энергоэффективного строительства, поэтому нами было предложено следующее определение:

- энергоэффективное строительство – это деятельность хозяйствующих субъектов, направленная на капитальное строительство, реконструкцию и модернизацию зданий и сооружений, которая базируется на внедрении энергоэффективных материалов, инновационных технологий, а также рациональных объемно-планировочных, конструктивных и инженерно-технических решений и отвечает требованиям экономичности, экологичности при сохранении уровня комфорта и благоприятных параметров микроклимата здания.

В России в настоящее время не существует единых требований по допустимым нормативам теплоэнергопотребления индивидуальных жилых домов, а проектирование и строительство энергоэффективных домов находится на стадии эксперимента, например, первый реализованный проект жилого дома в сфере энергоэффективного строительства построен московском микрорайоне Никулино-2 в 2001 году. В России при его строительстве впервые были применен комплекс мероприятий по снижению энергозатрат в период эксплуатации здания:

- в системе горячего водоснабжения используется тепло грунта и удаляемого вентиляционного воздуха;
- установленные приборы в системе отопления, обеспечивают возможность поквартирного учета и регулирование потребляемой тепловой энергии;
- наружные ограждающие конструкции имеют повышенный уровень теплозащиты.

Стоит отметить, что рациональный выбор строительных материалов и инженерных систем оказывает существенное влияние на суммарную величину потерь энергии в процессе эксплуатации здания, поэтому можно говорить о том, что заложенный потенциал энергосбережения, осуществляемый в период эксплуатации объектов недвижимости, повышает энергоэффективность всего здания.

С целью максимального снижения затрат энергии в зданиях совместно с планировочными решениями используются конструктивные и инженерно-технические. Наличие входного тамбура в доме относится к энергоэффективному планировочному решению, что также снижает теплопотери.

Наиболее энергоэффективными домами являются 1-3-этажные здания с простой конфигурацией в плане и меньшей изрезанностью фасада, которые уменьшают площадь наружных ограждений и, следовательно, снижая через них теплопотери [6]. Кроме того, фасад такого дома желательно ориентировать на юг, так как отсутствие затененности окон деревьями и другими строениями обеспечивает максимальное поступление солнечной энергии.

Необходимо отметить, что на суточное колебание температуры воздуха в помещениях оказывают влияния температура наружного воздуха, интенсивность солнечной радиации, скорость и направление ветра, тепловые поступления от бытовых приборов, людей и другие [7]. Поэтому с конструктивной точки зрения для минимизации потерь тепла в домах необходимо предусматривать максимально герметичные ограждающие конструкции с низким коэффициентом теплопередачи, без «мостиков холода». Именно поэтому в последнее время активно применяются окна с двумя и более стеклопакетами. Заполнение стеклопакетов инертными газами, такими как аргон или криптон, позволяет улучшить изоляционные свойства окон, поскольку они являются хорошими теплоизоляторами и звукоизоляторами. Также применяется специальное низкоэмиссионное покрытие стекол из оксидов металлов, которое препятствует прохождению через окна аккумулированного внутри помещений теплового излучения, при этом позволяя проходить видимому свету.

Внедрение современных инженерных систем в жилые дома является одним из важных факторов достижения снижения энергопотребления. В последние годы прослеживается тенденция к установлению в домах приточно-вытяжной системы вентиляции с рекуперацией тепла. Данные системы позволяют с помощью теплообменника передать холодному приточному воздуху до 70-75 % уходящего с воздухом из дома тепла. В настоящее время на рынке существует большое количество предложений устройств систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла.

Непременным условием возведения энергоэффективных домов является наличие высококвалифицированных проектировщиков и рабочих. При отсутствии соответствующей квалификации, знаний и опыта выполнения строительно-монтажных работ и технологий могут быть не соблюдены установленные требования, которые повлекут за собой не только серьезные нарушения, но и дополнительные затраты для их ликвидации.

Итоговой величиной, по значению которой производится сравнение теплоэнергопотребности домов, является удельная тепловая характеристика – показатель, используемый для теплотехнической оценки объемно-планировочных и конструктивных решений. Энергоэкономичность здания достигается при снижении значения данного показателя.

На основе проведенных нами исследований, связанных со сравнением результатов теплотехнических расчетов ограждающих конструкций традиционных и энергоэффективных индивидуальных жилых домов, можно сделать следующие выводы:

1. коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций энергоэффективного дома ниже, чем коэффициенты теплопередачи традиционного дома за счет применения более эффективных теплоизоляционных материалов при сохранении толщины ограждающих конструкций;

2. в результате применения системы вентиляции с рекуперацией тепла возможно снижение теплозатрат на нагревание инфильтрующегося воздуха до 90 %, что положительно влияет на снижение теплопотерь;

3. значение показателя удельной тепловой характеристики $q_{\text{уд}}$ энергоэффективного дома может быть ниже в 2,95 раза значения данного показателя для традиционного дома.

Сравнение показателей коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций и удельной тепловой характеристики традиционного и энергоэффективного домов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций и удельная тепловая характеристика

Ограждающие конструкции	Традиционный дом	Энергоэффективный дом
	Значение коэффициента теплопередачи, $k, \text{Bm}/(\text{м}^2 \times \text{C})$	
Наружная стена	0,27	0,2
Пол	0,2	0,17
Потолок	0,22	0,16
Окна	1,72	1,22
Двери	1,1	1
	Удельная тепловая характеристика, $q_{\text{уд}}, \text{Bm}/\text{м}^2$	
	118	40

На основании вышеизложенного можно предположить, что уровень энергоэффективности должен задаваться на всех этапах стадии проектирования объекта:

- на этапе градостроительства, когда осуществляется выбор площадки строительства с точки зрения благоприятных и неблагоприятных природно-климатических условий и антропогенных факторов, а также рационального использования ландшафта;

- на этапе выбора объемно-планировочных решений, где продумываются ориентация и вопросы по оптимизации формы объекта;

- на этапе определения конструктивных решений с целью установления возможности применения ограждающих конструкций с низким коэффициентом теплопередачи;
- на этапе инженерно-технического обеспечения для оптимизации технико-эксплуатационных параметров инженерных систем, включая систему вентиляции с рекуперацией тепла.

Конкретные группы факторов для данного объекта определяют общий уровень эффективности объекта недвижимости. К основным параметрам, влияющим на повышение энергоэффективности жилых домов, относятся применение ограждающих конструкций с высокими теплоизоляционными характеристиками и устройство системы вентиляции с рекуперацией тепла.

В соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» энергетическую эффективность жилых и общественных зданий следует устанавливать в соответствии с классификацией (табл. 2), в рамках данного СНиПа регламентируется также нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление одноэтажных жилых домов.

Таблица 2

Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Диапазон класса энергетической эффективности по удельному расходу тепловой энергии, Вт/м ²	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_{h}^{des} от нормативного, %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов РФ
Для новых и реконструированных зданий				
A	Очень высокий	0 – 68,6	Менее минус 51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	68,6 – 126	От минус 10 до минус 50	Экономическое стимулирование
C	Нормальный	126 – 147	От плюс 5 до минус 9	Экономическое стимулирование
Для существующих зданий				
D	Низкий		От плюс 6 до плюс 75	Желательна реконструкция здания
E	Очень низкий		Более 76	Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе

С целью определения класса энергоэффективности здания нами был проведен расчет величины удельного расхода тепловой энергии на отопление здания $q_{y\phi}$, на основании которого было проведено сравнение фактического значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания $q_{y\phi}$ с нормируемым значением. «B» результате определяется класс энергоэффективности здания. Энергоэффективный жилой дом по теплопотерям можно отнести к классу энергетической эффективности «A», в то время как традиционный жилой дом с рассчитанными значениями теплопотерь относится к классу энергетической эффективности «C».

На матрице представлено распределение зданий по классам эффективности в зависимости от величин теплопотерь через ограждающие конструкции с учетом бытовых тепловыделений Q_{oep} – Q_{byt} и теплозатрат на нагревание инфильтрующегося воздуха Q_{inf} (рис. 2).

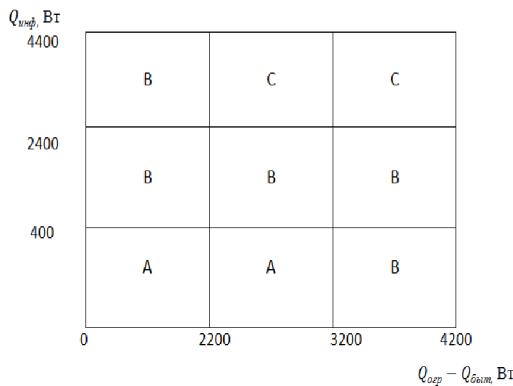


Рис. 2. Модель энергоэффективного здания в зависимости от величины теплопотерь:

$Q_{\text{окр}} - Q_{\text{бывт}}$ – полные теплопотери через ограждающие конструкции с учетом тепловыделений от бытовых приборов, Вт;
 $Q_{\text{инф}}$ – теплозатраты на нагревание инфильтрующегося воздуха, Вт

На основании вышеприведенной матрицы можно сделать вывод о том, что большая роль в снижении теплопотерь зданий принадлежит применению системы вентиляции с рекуперацией.

При низком значении теплозатрат на нагревание инфильтрующегося воздуха (400 Вт) даже при увеличении теплопотерь через ограждающие конструкции до 3200 Вт здание относится к наивысшему классу энергоэффективности (класс «A»). При одновременно высоких значениях теплозатрат на нагревание инфильтрующегося воздуха и теплопотерь через ограждающие конструкции здание относится к классу энергоэффективности «C», что соответствует данным, представленным на матрице (рис. 2). Согласно расчетам, класс энергоэффективности «B» имеют здания со средними значениями теплозатрат на нагревание инфильтрующегося воздуха и теплопотерь через ограждающие конструкции, либо здания с высокими показателями одной из данных величин при сохранении низкого значения другой.

Затраты на строительство 1 м² энергоэффективного дома выше обычного здания на 8-15 %, однако, за счет экономии энергии на отопление окупаются за 7-10 лет [8].

Массовое строительство энергоэффективных домов может сгладить существующую ситуацию и снизить достаточно высокую стоимость квадратного метра, тем более на российском рынке уже представлены необходимые строительные материалы и инженерные системы.

Таким образом, в настоящее время принцип экологичности становится наиболее актуальным в области архитектуры и строительства. Основной задачей экологического строительства является снижение уровня потребления материальных и энергетических ресурсов на протяжении всего жизненного цикла объекта недвижимости. Тесная связь между энергосбережением и экологией заключена в уменьшении негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из развивающихся направлений в данной сфере является рациональное использование природных ресурсов посредством применения современных инженерных систем и материалов, снижающих потери энергии в процессе эксплуатации зданий. В настоящее время, согласно исследованиям и прогнозам многих российских и зарубежных ученых, экологические аспекты во многом определяют эффективность строительной деятельности. С целью решения общей экологической проблемы, энергетические аспекты проектирования, строительства и эксплуатации жилых домов являются одним из важнейших факторов, обуславливающих направление развития современной архитектуры и строительства [9].

Более холодный климат по сравнению с европейскими странами и обширная территория государства не могут стать непреодолимыми препятствиями для снижения уровня энергоемкости российской экономики, то есть уменьшения потребления энергии на единицу ВВП. Несмотря на то, что проблема энергосбережения поставлена на

глобальном уровне, эффективность ее решения зависит от конкретных мер, принимаемых при строительстве отдельных объектов недвижимости. В этом случае за счет потенциала, заложенного строителями при рациональном выборе строительных материалов и инженерных систем, осуществляется энергосбережение в процессе содержания и эксплуатации объектов недвижимости.

Применение энергоэффективных технологий снижает потребление электрической и тепловой энергии, что позволит теплоэлектростанциям вырабатывать меньшие объемы энергии, сжигать меньшее количество природного газа. Таким образом, можно добиться уменьшения выброса вредных веществ в атмосферу [10].

Внедрение энергоэффективных технологий необходимо во всех сферах хозяйственной деятельности. В строительстве приоритетными направлениями в целях снижения энергопотребления являются следующие мероприятия:

- использование современных теплоизоляционных строительных материалов в ограждающих конструкциях зданий;
- применение энергоэффективных инженерных технологий;
- установка современных оконных и дверных конструкций;
- применение приборов для индивидуального регулирования температурного режима.

Рациональным способом повышения энергоэффективности зданий является сочетание различных конструктивных и инженерных решений. К таким способам относится, например, применение ограждающих конструкций с низким коэффициентом теплопередачи при одновременном применении современных инженерных энергосберегающих технологий. Примером энергосберегающих технологий, применяемых в инженерных системах, является установка теплообменников (рекуператоров) в системах вентиляции зданий, позволяющих достичь оптимальных параметров микроклимата при меньших теплозатратах на нагревание приточного воздуха.

Необходимо отметить, что рациональным способом повышения энергоэффективности является сочетание и совместный учет трех основных факторов: экономичности, экологичности и внедрения современных энергоэффективных технологий (рис. 3). Повсеместного соблюдения требований энергосбережения можно добиться только в том случае, когда проводимые мероприятия технически и технологически осуществимы, экономически целесообразны и экологически приемлемы.

Так, при внедрении технологий с соблюдением требований экологичного строительства нельзя не учитывать экономический фактор. Инвестиционные проекты, прежде всего, рассматриваются с точки зрения окупаемости вложенных средств и достижения положительных показателей коммерческой эффективности проекта. Например, применение альтернативных источников энергии в виде солнечных батарей является экономически нерациональным во многих регионах нашей страны в связи с небольшим количеством солнечных дней.

Кроме того, в современном мире основным критерием возможности реализации проекта является его экологическая приемлемость и оценка воздействия проекта на окружающую среду.



Рис. 3. Сочетание факторов энергоэффективности

В то же время, становится понятным, что без применения современных технологий строительство невозможно достичь повышения показателей экономической эффективности и экологической безопасности строительства.

К сожалению, в нашей стране энергосберегающие системы и материалы пока не получили должного распространения. К факторам, сдерживающим применение энергосберегающих систем и материалов, относятся недостаточное стимулирование строительства энергосберегающих домов со стороны государства, а также отсутствие заинтересованности конечных потребителей строительной продукции – собственников жилья. При отсутствии экономического стимула многие инвесторы продолжают финансировать строительство энергорасточительных зданий, требующих меньших затрат [11].

Кроме того, недостаточно решать проблему энергосбережения посредством применения только одного из представленных выше способов. Наряду с конструктивными и инженерными решениями необходим учет рациональных архитектурно-планировочных решений, таких как минимизация площади ограждающих конструкций за счет наиболее простой конфигурации в плане. Также необходимо разработать методику учета энергии, потребляемой для отопления зданий. На законодательном уровне необходимо разработать и утвердить нормативы энергопотребления для каждого типа зданий и методы контроля над соблюдением данных нормативов в строительстве.

Таким образом, стимулирование внедрения энергоэффективных технологий требует комплексного подхода и разработки соответствующих законодательных актов с учетом экономических интересов инвесторов и собственников жилья. Решение проблемы стимулирования экологического строительства позволит более рационально использовать ограниченные природные ресурсы и снизить негативное антропогенное воздействие на окружающую среду.

Список библиографических ссылок

1. Сиразетдинов Р.М. Формирование инновационной стратегии управлений инвестиционной деятельностью // Известия КГАСУ, 2011, № 1 (15). – С. 199-205.
2. ТERRITORIALNYYIY ORGAN FEDERALNOY SLUZHBY GOSUDARSTVENNOY STATISTIKI PO RESPUBLIKE TATARSTAN. URL: www.tatstat.gks.ru/ (data обращения: 27.06.2015).
3. Загидуллина Г.М., Клещева О.А. Развитие инновационной инфраструктуры инвестиционно-строительного комплекса // Известия КГАСУ, 2011, № 2 (16) – С. 41-56.
4. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий // Инженерно-строительный журнал, 2010, № 1. – С. 9-13.
5. Кряклина И.В., Шешунова Е.В., Грек И.Л. Энергоэффективный дом с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии // Современные проблемы науки и образования, 2014, № 1. – 243 с.
6. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Энергоэффективность жилищного фонда региона// Технико-технологические проблемы сервиса, 2014, № 3. – С. 96-100.
7. Королева А.Д., Козлов С.С. Энергоэффективность жилого здания // Современные научноемкие технологии, 2014, № 5. – С. 171-172.
8. Гуреев К.Н., Казимирова А.С., Аввакумов В.А., Кафидов Г.А., Шайбакович П.А., Азнабаев А.А. Энергоэффективные технологии как ядро нового технологического уклада в строительстве // Концепт, 2014, № 5. – С. 1-8.
9. Сиразетдинов Р.М., Мавлютова А.Р., Низамова И.Р. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Внедрение инновационных ресурсосберегающих технологий в строительном комплексе // Известия КГАСУ, 2013, № 4 (26) – С. 316-325.
10. Коробова О.С. Эколого-экономическое стимулирование энергосбережения // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2011, № 6. – С. 307-311.
11. Сайбель А.В., Розен М.В. Энергосберегающие технологии в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4. – С. 25-26.

Sirazetdinov R.M. – doctor of economic sciences, associate professor
Dobroserdova E.A. – candidate of economic sciences, associate professor
E-mail: ele79958738@yandex.ru
Mavlyutova A.R. – assistant
E-mail: amavliutova@mail.ru
Latypov E.N. – student
E-mail: emil787lat@mail.ru
Gureva A.G. – student
E-mail: annytka467@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering
The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Modelling of the effects of innovative energy saving solutions for the construction of detached houses

Resume

At the present time the problem of energy efficiency improvement is of immediate interest in construction sphere which is one of the most important sectors of national economy. Besides, the higher rates of modern building construction predetermine the increase of man impact to the surrounding environment. Consequently, high efficiency energy-saving technologies should be implemented in construction sphere for the raise of quality of living and economic performances as well as reduction of negative impact of construction projects on the environment. In this article the definition of energy efficient construction is represented and the methods of energy efficiency raise in building construction are described. Special space-planning, constructional, engineering and technical solutions are included in these methods. The main characteristics affecting the energy efficiency improvement are the application of enclosure structures with hire rate of thermal-insulating properties and installation of ventilating system with heat recuperation. It should be noted that the sustainable way of energy efficiency raise in construction is the combination of three main factors, such as economic efficiency, environmental compatibility and the implementation of modern hire technologies. According to the thermotechnical calculations of enclosing structures the comparison of coefficients of thermal transmission and specific heat characteristics for traditional and energy efficient houses was examined. As a result of investigations the model of energy efficient house was described. By making use of the model it is possible to identify the class of buildings energy efficiency in accordance with the level of structural heat loss and heat loss for infiltrating air warming.

Keywords: energy efficiency, energy saving, energy efficient house, energy efficient construction, coefficient of thermal transmission, specific heat characteristic.

Reference list

1. Sirazetdinov R.M. Formation of innovative strategy of investment management // Izvestiya KGASU 2011, № 1 (15). – P. 199-205.
2. Regional office of Federal State Statistic Service of the Republic of Tatarstan. URL: www.tatstat.gks.ru/ (reference date: 27.06.2015).
3. Zagidullina G.M., Kleshcheva O.A. The development of innovation infrastructure investment and construction complex // Izvestiya KGASU, 2011, № 2 (16). – P. 41-56.
4. Gorshkov A.S. Energy efficiency in construction: problems of standardization and ways of buildings energy consumption reduction // Construction-engineering newspaper, 2010, № 1. – P. 9-13.
5. Kryaklina I.V., Sheshunova E.V., Grek I.L. Energy efficient house with alternative and renewable energy sources // Modern problems of science and education, 2014, № 1. – 243 p.
6. Velikanov N.L., Korjagin S.I. Energy efficiency of available housing of region // Technic and technological problems of service, 2014, № 3. – P. 96-100.

7. Koroleva A.D., Kozlov S.S. Energy efficiency of residence building // Modern high technologies, 2014, № 1. – P. 171-172.
8. Gureev K.N., Kazimirova A.S., Avvakumov V.A., Kafidov G.A., Shaybacovich P.A., Aznabayev A.A. Energy efficient technologies as the core of the new technological order in building // Concept, 2014, № 5. – P. 1-8.
9. Sirazetdinov R.M., Mavlyutova A.R., Nizamova I.R. The introduction of innovative resource-saving technologies in the construction industry // Izvestiya KGASU, 2013, № 4 (26). – P. 316-325.
10. Korobova O.S. Eco-economic stimulation of energy saving // Mining informational and analytical bulletin, 2011, № 6. – P. 307-311.
11. Sajbel' A.V., Rozen M.V. Energy-efficient technologies in building activity // Engineering journal of Don, 2012, № 4. – P. 25-26.