

ПРООН/ГЭФ
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий в
Республике Беларусь»

Отчет

**Мониторинг рынка нового жилищного строительства
в 2012-2014 годах в отношении энергоэффективности.
Показатели энергоэффективности новых зданий**

Исполнители:

Эксперт по вопросам
энергетического аудита в зданиях

А.Ф. Молочко

Эксперт по вопросам
теплоснабжения зданий

В.М. Пилипенко

Минск
февраль 2015

1	Введение.....	3
2	Основные характеристики жилого фонда	6
3	Технические решения, применяемые в массовом жилищном строительстве.....	9
4	Характеристики конструктивно-технологических систем, применяемых в массовом жилищном строительстве.....	13
5	Технические решения и инженерные системы энергоэффективных жилых зданий массового строительства.....	17
6	Информация об энергоэффективном строительстве и тепловой модернизации жилых домов в Республике Беларусь в 2010-2014гг.	21
	ПРИЛОЖЕНИЕ	24

1 Введение

Жилищный сектор Республики Беларусь потребляет почти 17% электроэнергии и около 33% тепловой энергии. В терминах потребляемого условного топлива (в эквиваленте угля) – это более 4.1 млн. тонн в год, или более 12.5% потребляемой в стране конечной энергии.



Рис. 1 – Динамика потребления электрической энергии (миллионов кВт-ч)



Рис. 2 – Динамика потребления тепловой энергии (тысяч Гкал)

В последние годы промышленно развитые страны приняли радикальные меры по повышению энергоэффективности жилых зданий, включая строительство энергоэффективных жилых домов и повышение сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий, комплексную реконструкцию эксплуатируемого жилого фонда и прочее. Особенно активно в этом направлении работают Скандинавские страны, ФРГ, страны Балтии, Польша, близкие по климатическим условиям с Республикой Беларусь.

В Республике Беларусь, в последнее десятилетие, также активно велись работы по переводу отрасли на строительство энергоэффективного жилья.

По заданию Минстройархитектуры Государственным предприятием «Институт жилища – НИПТИСим. Атаева С.С.» выполнен комплекс исследований и впервые в странах СНГ разработан проект экспериментального энергоэффективного жилого дома. Дом построен ОАО «МАПИД» в микрорайоне Красный Бор-1 г. Минска и сдан в эксплуатацию в 2007 году.

В энергоэффективном здании реализован принцип неоднородного утепления наружных стен. Сопротивление их теплопередаче спроектировано таким образом, чтобы уровень теплопотерь квартир, расположенных в различных частях здания (торец, верхний этаж, срединная часть здания), были уравнены.

В здании впервые использован подход, при котором учитывались суммарные затраты за весь жизненный цикл здания (проектирование, строительство, эксплуатация, снос), который позволяет оптимизировать эксплуатационные и потребительские качества жилых домов.

По результатам мониторинга эксплуатации экспериментального энергоэффективного жилого дома, Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь разработана и реализуется «Отраслевая научно-техническая программа по переходу на массовое строительство энергоэффективных жилых домов на 2009-2010 годы и на перспективу до 2020 года», в которой предусмотрен комплекс мероприятий по созданию проектов энергоэффективных зданий в различных конструктивных системах, освоению необходимых материалов и систем жизнеобеспечения.

В рамках реализации Комплексной программы запланировано решение ряда научно-технических задач:

- совершенствование нормативно-технической базы;
- разработка типовых технических решений систем жизнеобеспечения и освоение производства систем жизнеобеспечения;
- разработка методики проектирования энергоэффективных жилых домов;
- проведение мониторинга при строительстве и эксплуатации энергоэффективных жилых домов и пр.

Предусматривается освоение новых технологий и подготовка производственной базы для выпуска современных конструкций, материалов, изделий и инженерного оборудования.

При создании и освоении нового поколения систем жизнеобеспечения энергоэффективных жилых домов намечено применение таких технических решений, которые позволяют:

- утилизировать тепло удаляемого из помещений системой вентиляции воздуха;
- утилизировать тепловую энергию сточных вод;
- использовать возобновляемые источники энергии, включая системы утилизации низкопотенциального тепла;
- применять автоматизированные системы управления энергообеспечением и энергопотреблением.

В развитие тематики энергоэффективного жилищного строительства в республике активно ведутся исследования по использованию возобновляемых источников энергии для энергоснабжения зданий: тепловой энергии бытовых стоков, солнечной энергии, энергии грунта и т.п.

В рамках совместного проекта Республики Беларусь, Программы развития Организации Объединенных Наций и Глобального экологического фонда проводится исследование энергетических характеристик и соответствующих выбросов парниковых газов различных жилых зданий, введенных на рынке жилищного строительства в последние годы, на основе которого предполагается осуществлять мониторинг рынка нового жилищного строительства, акцентируя внимание на аспектах энергоэффективности и выбросов парниковых газов.

В настоящем отчете дается обзор предварительного исследования, проведенного в рамках вышеупомянутой задачи. В дальнейшем экспертами проекта ПРООН/ГЭФ будет вестись ежегодный мониторинг рынка жилья с учетом выводов и рекомендаций данной работы.

2 Основные характеристики жилого фонда

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь (статистический сборник «Жилищное строительство в Республике Беларусь – 2014») в 2013 г. общая площадь жилищного фонда была равна 243,5 млн м², а численность населения составила 9464 тыс. чел.

Инвестиции в основной капитал на строительство жилья в 2014 году составили 40 614,3 млрд. руб. (в текущих ценах), что составило 108,9% к объему инвестиций в этот сектор в 2013 году. Средние цены за квадратный метр общей площади в текущих ценах на первичном рынке составили 8 987.6 тыс. руб. и на вторичном рынке – 12 305.6 тыс. руб.

Ввод в эксплуатацию жилых домов в 2014 году составил 5 522.4 тыс. кв. м общей площади, что на 5.8% превысило объем строительства в 2013 году, который составлял 5 236.3 кв. м. Для сравнения, в 2013 году жилья было введено на 16.5% больше, чем в 2012 году (4 482.8 кв. м).

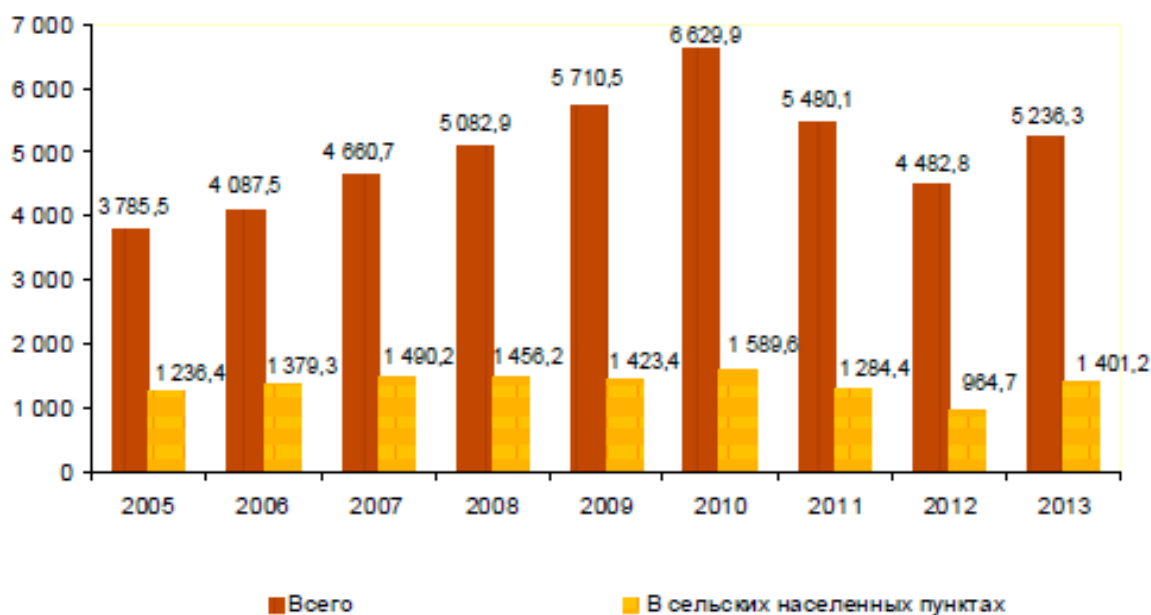


Рис. 3 – Динамика ввода в эксплуатацию жилых зданий (тысяч кв. м)

Наибольшую долю в жилищном секторе составляют дома с материалами стен из кирпича и блоков, включая блоки из ячеистого бетона. За ними следуют крупнопанельные здания.



Рис. 4 – Общая площадь жилых зданий (2013 год) в зависимости от материалов стен (тысяч кв. м)

В 2013 г. потребление энергии жилыми зданиями Республики Беларусь составило 11433 тыс. т у.т. Жилые здания характеризуются следующими фактическими удельными показателями расхода энергии: всего 25,7 кг у.т./м², в т.ч. электроэнергии – 26,2 кВт-ч/м² или 3,22 кг у.т./м²; тепловой энергии – 0,096 Гкал/м² или 13,72 кг у.т./м² (отопление – 0,054 Гкал/м² или 7,72 кг у.т./м²; горячее водоснабжение – 0,042 Гкал/м² или 155 кг у.т./чел.); природного газа – 7,71 м³/м² или 8,76 кг у.т./м².

Удельный расход энергии для отопления и горячего водоснабжения многоквартирных зданий зависит от года постройки и типа здания. Для зданий, построенных до 1993 года, удельный расход энергии составляет 230 кВт-ч/м²; для новых зданий (построенных после 2009 года) этот показатель составляет 130 кВт-ч/м². Для энергоэффективных зданий этот показатель установлен на уровне 70 кВт-ч/м².

Удельный расход энергии только для отопления для устаревших зданий (построенных до 1993 года) составляет 130 кВтч/м². Для новых зданий (построенных после 2009 года) это значение составляет 90 кВтч/м². Для энергоэффективных зданий этот показатель установлен на уровне 40 кВтч/м².

Удельный расход энергии для горячего водоснабжения в многоквартирных зданиях составляет 70 кВт-ч/м². Для энергоэффективных зданий этот показатель установлен на уровне 30 кВт-ч/м².

Доля индивидуальных жилых помещений, в которых установлены индивидуальные приборы учета электроэнергии, превышает 95%, а счетчики расхода воды установлены в более чем 90% жилищ.

Параметры энергоэффективности, установленные для новых, усовершенствованных и модернизированных зданий достаточно строги. Энергопотребление для нужд отопления и вентиляции в новых зданиях не должно превышать 60 кВт-ч/м² (с естественной вентиляцией) и 40 кВт-ч/м² (с механической вентиляцией). В 2009 году была разработана Комплексная программа по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь на 2009 - 2010 годы и на перспективу до 2020 года. Задача – сократить расходы энергии на отопление и вентиляцию до указанных выше уровней.

По оценкам Центра по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ, Россия), технический потенциал экономии энергии в жилых зданиях Республики Беларусь составляет 4274 тыс. т у.т. Потенциал экономии энергии при модернизации централизованно отапливаемых жилых зданий – 987 тыс. т у.т.; при модернизации индивидуально отапливаемых жилых зданий – 440 тыс. т у.т. Оценка ЦЭНЭФ, естественно, выше оценок экономии энергии в жилых зданиях, которые приведены в Республиканской программе энергосбережения на 2011–2015 годы и Комплексной программе по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов в Республике Беларусь на 2009-2010 годы и на перспективу до 2020 года. Согласно им, планируемая экономия энергии на отопление жилых зданий должна составить 250-400 тыс. т у.т. за счет утепления зданий. Еще 178 тыс. т у.т. экономии должно сложиться за счет ежегодного ввода в эксплуатацию не менее 6 млн м²/год энергоэффективных жилых зданий (до 60% от общей площади жилых домов, вводимых в эксплуатацию). Здесь необходимо отметить, что жилые здания, находящиеся в ветхом и аварийном состоянии, составляют лишь 0.1% всего жилого фонда страны.

3 Технические решения, применяемые в массовом жилищном строительстве

До настоящего времени одним из решающих факторов при выборе конструкции и инженерного оборудования проектируемого здания являлась стоимость проектирования и строительства. В то же время для конечного потребителя строительной продукции, владельца построенного здания и арендаторов помещений не менее важным является стоимость затрат на эксплуатацию. Поэтому при выборе строительного проекта важно минимизировать стоимостные показатели на всех этапах жизненного цикла здания: проектирования, строительства, эксплуатации и сноса.

Значительные эксплуатационные расходы тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение здания, а также стоимость электрической энергии, использованной для освещения и обеспечения бытовой техники, включая бытовые кондиционеры.

Бытовая техника, осветительные приборы и кондиционеры, как правило, выбираются и покупаются уже после сдачи здания в эксплуатацию. Поэтому эта часть затрат, связанная с потреблением электрической энергии не может быть рассмотрена на стадии выбора проекта. В то же время, стоимость систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, освещения, электропривода систем жизнеобеспечения здания входят в стоимость строительства и они же определяют основные затраты на стадии эксплуатации здания.

Энергоэффективное здание – развивающаяся энергетическая система с оптимальным для существующих технико-экономических условий уровнем потребления тепловой энергии и возможностью подключения энергоэффективных модулей.

Это развивающееся с точки зрения уровня потребления энергии здание, энергетические характеристики которого изменяются по мере развития энергоэффективных технологий, оставаясь оптимальными по соотношению затрат с получаемой экономией энергии все время жизненного цикла здания после его строительства.

В настоящее время в республике реализуются следующие технические решения, обеспечивающие снижение потребления тепловой энергии при эксплуатации зданий:

- снижение потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции зданий за счет оптимизации архитектурных решений, минимизирующих площадь ограждающих конструкций, при сохранении строительного объема здания;

- снижение потерь тепловой энергии через непрозрачные ограждающие конструкции здания, увеличивая тепловое сопротивление теплопередачи;
- снижение потерь тепловой энергии в системе вентиляции, используя системы управляемой приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и рекуперацией тепла вентиляционных выбросов;
- снижение затрат тепловой энергии на горячее водоснабжение, используя системы утилизации тепла сточных вод;
- снижение затрат тепловой энергии, получаемой сжиганием ископаемого топлива, на отопление и горячее водоснабжение, используя возобновляемые источники энергии (энергию грунта, солнца).

При проектировании и строительстве энергоэффективных зданий в Республике Беларусь учитывается тот факт, что совместное использование нескольких мероприятий, повышающих энергоэффективность зданий, обладает кумулятивным эффектом: совместное использование дает результат, превышающий сумму результатов, полученных от независимого использования каждого из них. Снижение потребления энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение уменьшает одновременно потери энергии при ее транспортировке до здания, а также снижает требования к мощности источника энергии. Наличие системы утилизации сточных вод при одновременном использовании солнечных коллекторов уменьшает их необходимое количество. Высокая степень утепления ограждающих конструкций и использование систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла вентиляционных выбросов повышает энергоэффективность зданий и одновременно – степень комфорта проживания в нем.

В предшествующий период задача повышения энергоэффективности жилых зданий решалась в основном за счет повышения сопротивления теплопередаче их ограждающих конструкций.

При современных нормативах наиболее перспективный путь к снижению затрат тепловой энергии на отопление – уменьшение потерь теплоты с воздухообменом зданий, на который приходится более 60% теплопотерь. К этому следует добавить, что ограждающие конструкции современных зданий обладают малой воздухопроницаемостью, что при естественной системе вентиляции приводит к определенным проблемам при эксплуатации современных зданий:

- низкое качество воздуха;

- холодные сквозняки при проветривании;
- высокая влажность;
- в сочетании с наличием мостиков холода в наружных ограждающих конструкциях – конденсация влаги на наружных ограждениях, что в отдельных случаях приводит к появлению плесени, грибков, отставанию от стен обоев и пр.

Задача экономии энергии не может решаться «любой ценой», а должна быть экономически оправданной. При этом следует различать задачи, решаемые при выполнении экспериментальных проектов, когда важно определить направление развития энергосберегающих технологий, и при подготовке новых нормативных документов, определяющих развитие строительной отрасли на несколько лет и массовое строительство жилья. Во втором случае определяющим фактором при выборе энергосберегающих решений является их экономическая целесообразность.

С учетом требований массового жилищного строительства энергоэффективное здание необходимо рассматривать как открытую энергетическую систему с оптимальным для существующих технико-экономических условий уровнем потребления тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение и интерфейсом для подключения энергоэффективных модулей.

Такое определение энергоэффективного здания открывает возможность их массового строительства, используя в каждом конкретном случае экономически оправданные решения.

На рис. 5 представлены составляющие теплового баланса зданий современной постройки (первый столбец) и энергоэффективных зданий трех поколений: соответствующие современным возможностям строительства (строящиеся в рамках программы энергоэффективного строительства в Республике Беларусь), а также прогнозные показатели для энергоэффективных зданий 2015–2020 гг. и 2020–2030 гг. постройки. Средние затраты тепла на отопление и по прогнозу затраты на отопление и горячее водоснабжение снизятся для энергоэффективных зданий от 67 кВт·ч/м² в год до 12 кВт·ч/м² в год для энергоэффективных зданий 2020 – 2030 гг. строительства. Прогноз строился на предположении, что с течением времени изменяются как составляющие теплового баланса жилых зданий, так и экономически оправданные энергоэффективные технические средства для снижения тепловых потерь.

**составляющие теплотерь энергоэффективных зданий:
9 этажей, 4 подъезда**

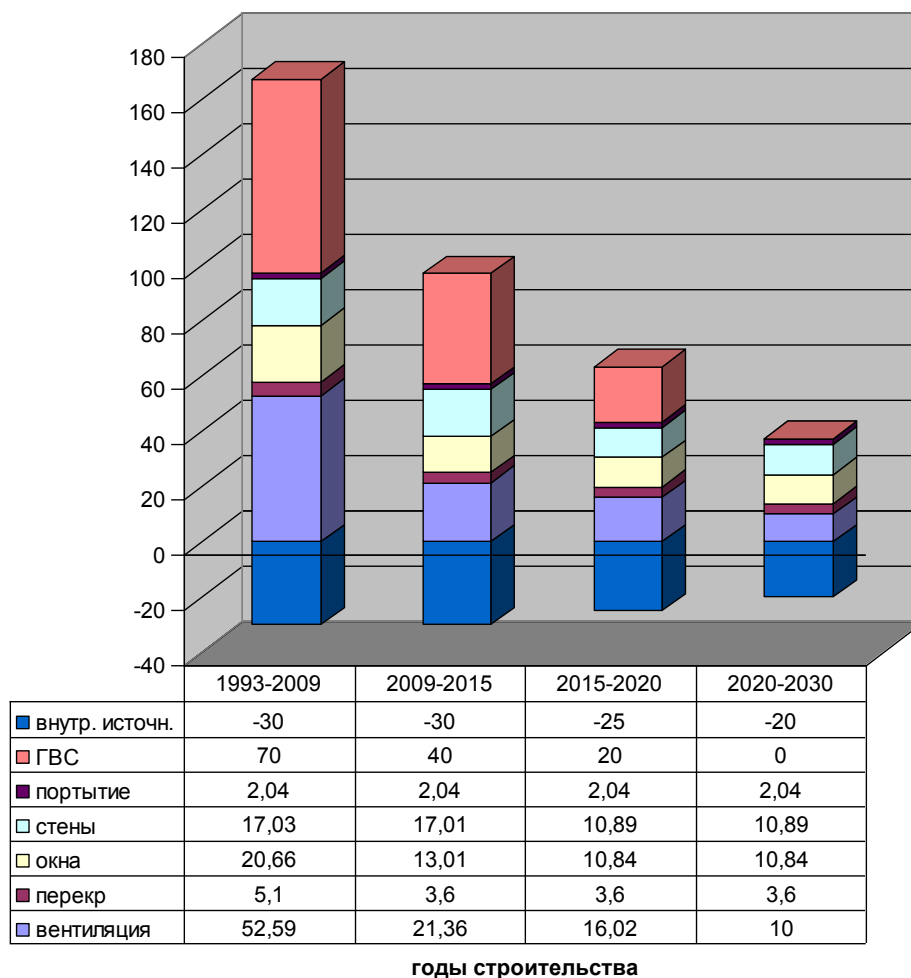


Рис. 5 – Составляющие теплового баланса энергоэффективных зданий
в развитии

4 Характеристики конструктивно-технологических систем, применяемых в массовом жилищном строительстве

Современные тенденции в области энерго- и ресурсосбережения, создание комфортной среды обитания требуют постоянного совершенствования конструктивных решений здания, разработки современных организационно-технических направлений развития строительной отрасли, базирующихся на прогрессивных достижениях строительной науки и техники, внедрении в производство современных эффективных материалов, энергосберегающего оборудования и технологий.

Новые требования предъявляются и к современному жилью - это целый спектр потребительских качеств, обеспечить которые необходимо в процессе проектирования, строительства и последующей его эксплуатации, это:

- приемлемая для данного периода социально экономического развития общества цена, позволяющая основной массе, нуждающихся строить собственные квартиры, используя собственные доходы и различные формы государственной поддержки;
- ресурсо- и энергосбережение на всех стадиях жизненного цикла жилья, оснащённость современными экономичными системами жизнеобеспечения, создающими комфортные условия проживания граждан;
- продолжительный срок службы (более 150-200 лет) и низкие эксплуатационные затраты;
- ремонтпригодность и возможность модернизации жилых домов в будущих периодах с учетом новых потребительских качеств;
- архитектурная выразительность;
- соответствие требованиям санитарных норм и пр.

Современный этап жилищного строительства характеризуется необходимостью удовлетворения потребностей населения в объемно-планировочных решениях квартир, реализации в жилищном строительстве принципа «квартира под заказ», когда потенциальному жильцу предоставляется возможность на этапах проектирования, строительства и окончательной отделки квартиры реализовывать свои пожелания в части её потребительских качеств.

Важнейшим показателем качества современного жилища является его энергоэффективность. Энергоэффективность жилищного фонда в значительной степени влияет и на экологию среды обитания человека, а

рациональное использование энергоресурсов, которыми располагает страна и в конечном итоге определяет уровень развития экономики государства.

Современное жилье требует разработки новых принципов, и нового поколения систем жизнеобеспечения. О такой необходимости свидетельствуют и данные комплексных обследований жилых зданий современной постройки и зданий после тепловой модернизации. Герметичные окна в квартирах не позволяют обеспечить нормативный воздухообмен в квартирах, при этом увеличивается до 70-80% относительная влажность воздуха, возрастает концентрация углекислого газа и др. вредных веществ. Этот пример наглядно свидетельствует о том, что современное жилье требуют совершенно иных технических решений систем вентиляции жилых зданий, которые должны не только обеспечивать необходимый уровень воздухообмена, но и качество воздушной среды.

В стратегии жилищного строительства до настоящего времени не реализовывались технические решения, обеспечивающие рациональное ^ использование энергоресурсов.

Отечественная и зарубежная практика свидетельствуют, что энергосберегающие инженерные системы в комплексе с эффективными конструктивными системами зданий позволяют втрое снизить энергопотребление жилья на отопление без существенного увеличения стоимости общей площади.

В условиях постоянно трансформирующейся городской застройки, изменяющихся требований к потребительским качествам жилья, экологическим требованиям и зависимости государства от импорта энергоресурсов правильное определение структуры жилищного строительства, его потребительских качеств имеет важное значение в деле эффективного функционирования экономики, использования ограниченных ресурсов государства.

Исходя из экономической и градостроительной целесообразности, специалисты обосновывают на современном этапе необходимость строительства жилых домов различной этажности, включающей коттеджную застройку, жилые дома средней и повышенной этажности.

Имеет место и концепция, утверждающая, что наиболее полно отвечают современным требованиям трех-четырёхэтажные сблокированные дома, где плотность жилого фонда может достигать нормативной плотности, принятой ранее для 9-10-этажной застройки. При этом многоэтажные и высотные дома признаются в социальном плане как менее благоприятные. Из-за повышенного уровня шума от систем жизнеобеспечения (лифты, насосы, бытовой шум и пр.), проблемы мусороудаления, эвакуации людей

при форс-мажорных ситуациях и пр. При наличии различных подходов и мнений, вместе с тем следует признать, что при разработке типологии и структуры массовой жилой застройки необходимо исходить из условия их социальной восприимчивости, экономических возможностей государства и населения, имеющейся производственной базы массового жилищного строительства для их реализации.

В советское время в Беларуси и в других странах СНГ и Восточной Европы, была мощно развита база крупнопанельного строительства. В 1991 г. в общем объеме построенного жилья крупнопанельные дома составляли более 55%. После распада Советского Союза в республике произошел резкий спад объемов жилищного строительства – до 1,5-1,8 млн. м² в 1994–1995 гг.

Крупнопанельное домостроение из-за низких потребительских качеств устаревших серий не полностью отвечало современным градостроительным и социальным требованиям, что отрицательно сказывалось на его конкурентоспособности на рынке жилья.

Вместе с тем крупнопанельное домостроение, в сравнении с другими конструктивно-технологическими системами обладает рядом преимуществ важных для климатических условий республики, это:

- более низкая стоимость 1 м² в сравнении с другими системами;
- высокий уровень заводской готовности и качества поверхностей деталей КПД, получаемый при сравнительно низких трудовых затратах на заводе сборного железобетона;
- высокие темпы строительства;
- низкая энергоемкость и трудоемкость строительства;
- максимальное исключение мокрых технологических процессов при низкой энергоемкости изготовления конструкций в условиях зимы по сравнению с монолитным строительством;
- возможность возведения зданий в зимнее время без ограничения высоты и пр.

Крупнопанельное жилье остается наиболее дешевым, а разрабатываемые в настоящее время модернизированные серии домов КПД приближаются по комфортности к каркасным и кирпичным.

Выполненная в последние годы модернизация базы жилищного строительства позволила перейти в настоящее время в массовом жилищном строительстве на индустриальные конструктивно-технологические системы. При этом можно выделить следующие системы:

- жилые дома на базе «классической» системы крупнопанельного домостроения, где несущими стенами являются наружные трехслойные и внутренние железобетонные стены, перекрытия

плоские железобетонные с опиранием на четыре стороны, ядром жесткости являются лестнично-лифтовой узел;

- модернизированная конструктивная система крупнопанельного домостроения, в которой несущими являются внутренние стены, наружные трехслойные самонесущие, перекрытия плоские железобетонные с опиранием на три стороны (внутренние панели), ядро жесткости также обеспечивает лестнично-лифтовой узел;
- индустриальная конструктивная система с внутренним каркасом, включающим два ряда колонн, наружные трехслойные стены, воспринимающие нагрузку, перекрытия плоские железобетонные, опирающиеся на наружные стены и колонны, ядро жесткости составляет лестнично-лифтовой узел;
- индустриальная конструктивная система с продольными несущими стенами и плоскими железобетонными плитами перекрытий, опирающимися на две стороны, наружные трехслойные железобетонные панели и внутренние однослойные железобетонные продольные панели, жесткость конструкции обеспечивается лестнично-лифтовым узлом;
- конструктивно-технологические системы на основе сборного железобетонного каркаса с многопустотными железобетонными плитами перекрытий с различными вариантами устройства наружных и внутренних стен, включая штучные материалы, специальные модули и панели. Жесткость системы также обеспечивается лестнично-лифтовым узлом;
- конструктивно-технологические системы на базе монолитного железобетонного каркаса, наружные и внутренние стены изготавливаются, как правило, из штучных материалов;
- жилые дома в различных вариантах из кирпича.

Сложившийся в последние годы рынок жилья в Республике Беларусь свидетельствует о присутствии на нем различных конструктивно-технологических систем жилых зданий. Это позволяет наиболее эффективно использовать имеющуюся в республике производственную базу и обеспечить потребности различных социальных групп населения в жилье различных потребительских качеств.

5 Технические решения и инженерные системы энергоэффективных жилых зданий массового строительства

Начало энергоэффективного строительства в Республике Беларусь относится к 2007 г., когда в г. Минске, в районе ул. Притыцкого был спроектирован и построен на базе типовой серии 111-90 крупнопанельного домостроения девятиэтажный четырех-секционный жилой дом, рисунок 6.



Рис. 6 – Энергоэффективный жилой дом в г. Минске

В отличие от жилых домов массового жилищного строительства энергоэффективный жилой дом включает ряд технических решений, которые позволили на тот период практически в три раза сократить энергопотребление на отопление. Эти решения включали следующие новшества:

- более теплую оболочку здания с изменяемым сопротивлением теплопередачи обеспечивающим уравнивать теплотери квартир, находящихся в различных частях здания;
- окна с увеличенным с $0.6 \text{ м}^2\text{град}/\text{Вт}$ до $1.2 \text{ м}^2\text{град}/\text{Вт}$ сопротивлением теплопередаче;
- принудительную систему вентиляции с рекуперацией тепловой энергии удаляемого из квартир воздуха;
- горизонтальную систему отопления квартир с установкой поквартирных счетчиков тепловой энергии;

- программируемый блок управления системой вентиляции и системой отопления;
- поквартирные счетчики горячей и холодной воды.

В таблице 1 представлены величины сопротивления теплопередачи элементов энергоэффективного здания.

Таблица 1 – Сопротивление теплопередаче элементов оболочки здания

Наименование элементов здания	Величина приведенного сопротивления теплопередаче R, м ² град/Вт
Панель торцевая	5
Панель первого, верхнего и примыкающего к торцу здания	4,5
Панели центральной части здания	3,2
Перекрытия чердачные	6
Перекрытия над подвалом	2,5
Окна и балконные двери	1,2
Окна подъездов	0,6

При разработке проекта энергоэффективного жилого дома решалась задача минимальными затратами достигнуть максимального энергосберегающего эффекта с последующей мультипликацией полученного результата в массовом жилищном строительстве.

Наружные ограждающие конструкции жилого дома составляли трехслойные железобетонные панели толщиной 350 мм, где в качестве утеплителя использован пенополистирол марки ППТ-25 с комбинацией пеноплекса марки ППЭТ-35 (аналог «Пеноплекс» марки 35). Наружный слой панели толщиной 80 мм и внутренний слой панели толщиной 100 мм выполнены из тяжелого бетона плотностью 2400 кг/м³. Толщина утеплителя составляет 170 мм, причем в панелях первого, верхнего этажей и примыкающих к торцам здания толщины пенополистирола и пеноплекса менялась с условием обеспечения R.

Гибкие металлические связи в панелях, являющиеся мостиками холода, были заменены на стеклопластиковые.

Изменены были также торцевые части наружной трехслойной панели, обеспечивающие плоский стык панели и исключение мостиков холода на стыке панели. Для выполнения требования противопожарных нормативов торцы панели были обрамлены минераловатным утеплителем.

Система отопления запроектирована поквартирная двухтрубная горизонтальная с теплосчетчиком и шаровым клапаном на входе, регулирующим подачу теплоносителя (горячей воды). Система позволяет производить поквартирный учет потребления тепловой энергии, а также индивидуальные (поквартирные) регулирования температурного режима воздушной среды в помещениях.

Отопительные приборы расположены в подоконном пространстве и снабжены дополнительными регуляторами теплового режима.

Учет тепловой энергии на отопление производится в целом на здание и поквартирный.

Организация поквартирного учета обеспечивается за счет одного ввода теплоносителя в квартиру и отвода его из квартиры, к этому трубопроводу присоединены все отопительные приборы.

В энергоэффективном здании применена система принудительной вентиляции с рекуперацией тепловой энергии удаляемого из квартиры воздуха. Такая система обеспечивает гарантированный установленный санитарными нормами воздухообмен в помещениях квартир.

Применение принудительной системы вентиляции в квартирах, где установлены окна с низкой воздухопроницаемостью, позволило обеспечить гарантированное качество воздушной среды в квартирах, а включение в ее схему теплообменника обеспечило возврат до 80-90% тепловой энергии, выбрасываемой в атмосферу с вентилируемым воздухом.

Забор свежего воздуха и подача его в квартиры производится с уровня верхних этажей через специальный вентканал. Подобная схема подачи воздуха в квартиры позволяет существенно снизить концентрацию вредных веществ в воздушной среде квартир, что особенно важно для жилых домов, расположенных в центральной части крупных городов. Замеры концентрации вредных веществ в крупных городах республики (это характерно для большинства стран) свидетельствует о том, что эта концентрация значительно превышает нормы.

Забор удаляемого из квартир воздуха производится из кухонь и ванных помещений, свежий, предварительно подогретый в теплообменнике воздух разводится воздуховодами по жилым комнатам (см. рис. 7).

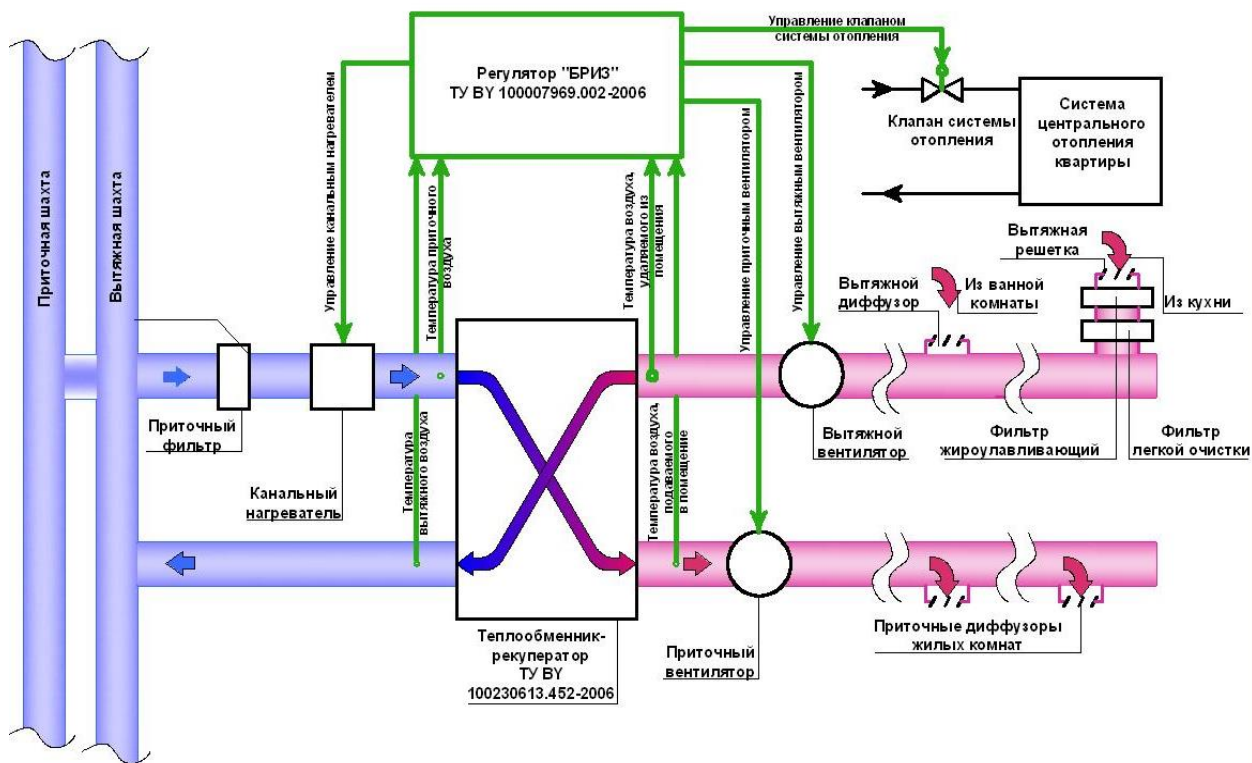


Рис. 7 – Принципиальная схема системы вентиляции в квартире

Система отопления и система принудительной вентиляции управляется единым блоком управления, состоящего из терминала, пульта дистанционного управления на инфракрасных лучах, блока управления и датчиков температуры. Общее включение и выключение блока управления осуществляется отдельным выключателем, расположенном в квартирном щитке. Блок управления позволяет программировать температуру и интенсивность воздухообмена в квартире в зависимости от режима проживания в ней владельцев.

В энергоэффективном жилом доме установлены окна с сопротивлением теплопередаче $R=1.2 \text{ м}^2\text{град/Вт}$ с низкой воздухопроницаемостью, двухкамерным стеклопакетом, аргоновым заполнением межкамерного пространства, стеклом со специальным напылением и рамой из комбинированного материала – дерево и полиуретан.

6 Информация об энергоэффективном строительстве и тепловой модернизации жилых домов в Республике Беларусь в 2010-2014гг.

Строительство и реконструкция энергоэффективных жилых домов и тепловая модернизация старого жилищного фонда в Республике Беларусь на 2009-2014 годы осуществлялась в соответствии с комплексной программой по проектированию, строительству и реконструкции энергоэффективных жилых домов на 2009-2010 гг. и на перспективу до 2020г. утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 июня 2009г. № 706.

Основная цель Комплексной программы – обеспечение снижения потребления топливно-энергетических ресурсов при эксплуатации жилых домов путем перехода на проектирование многоэтажных жилых домов, соответствующих классов А+, А и В согласно ТКП 45-2.04.-196-2010 по удельному расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию, на тепловую модернизацию жилых домов с уровнем энергопотребления на отопление не более 80 кВт-ч/м² в год, с обеспечением с 2014г. поэтапного наращивания объемов энергоэффективного строительства и тепловой модернизации зданий в соответствии с прогнозными показателями на основе использования новых конструктивно-технологических и проектных решений и энергосберегающего инженерного оборудования.

В рамках реализации Комплексной программы предусматривается решение следующих первоочередных задач:

- совершенствование технических нормативных правовых актов;
- освоение производства новых инженерных систем;
- разработка новых проектных и технических решений при проектировании энергоэффективных жилых домов, тепловой модернизации жилищного фонда, обеспечивающих утилизацию тепловой энергии, выделяемой в процессе жизнедеятельности человека в период его проживания в жилом доме, и использование возобновляемых источников энергии;
- обеспечение мониторинга при строительстве, тепловой модернизации и эксплуатации жилых домов в первые три года и внесение по результатам мониторинга необходимых изменений в нормативную базу и проектно-сметную документацию.

Реализация заданий Комплексной программы способствует снижению зависимости Республики Беларусь от импорта энергоресурсов и повышению

качества жизни населения за счет обеспечения комфортных условий проживания и повышения потребительских качества жилья. Энергопотребление вновь проектируемых и строящихся жилых домов поэтапно снижается более чем на 50% в сравнении с жильем, построенным до 2009 года, и в 1,5-2,0 раза – жилых домов, прошедших тепловую модернизацию. Суммарная экономия тепловой энергии за 2010-2014 годы составит порядка 280 тыс. т у.т.

Объем построенных энергоэффективных жилых домов с уровнем энергопотребления ниже 60 кВт-ч/м² год представлен в таблице 2. Характеристики некоторых из них приведены в Приложении (данные МОО «Экопроект Партнерство»).

Таблица 2 – Объем строительства энергоэффективных жилых домов (за исключением малоэтажного строительства)

Наименование области	Объемы строительства, тыс.кв.м					
	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.
Брестская		83,8	49,8	121,3	257,7	ожидается 1250
Витебская		10,9	13,1	8,8	50,9	
Гомельская		95,3	123,7	97,0	88,3	
Гродненская		25,2	124,1	192,2	278,3	
Минская		3,4	-	90,5	141,8	
Могилевская		32,3	28,7	23,2	11,8	
Г.Минск		55,3	137,2	287,7	436,3	
ВСЕГО:	29,7	306,2	476,6	820,7	1265,1	

С 2013 года в республике начато проектирование, а в 2014 году идет строительство энергоэффективных жилых домов с уровнем энергопотребления 40 кВт-ч/м² и ниже.

До 2014 года таких домов введено в эксплуатацию в объеме 30 тыс. м² в г. Минске, 10 тыс. м² в г. Гродно, 30 тыс. м² в г. Витебске, 20 тыс. м² в г. Пинске, 20 тыс. м² в г. Гомеле, 10.2 тыс.м² в Минской области.

При общем объеме строительства жилья в республике за 2010-2014 годы (около 26 млн. м² общей площади) доля строительства энергоэффективного жилья с рекуперацией тепловой энергии вентиляционных выбросов незначительна.

В период с 2006г. по 2010г. в республике значительных объемов достигли работы по тепловой модернизации жилищного фонда.

Преимущественно тепловая модернизация проводилась на жилых домах, построенных в 60-80 годах XX столетия. В целом по республике к 2010 году общая площадь модернизируемых зданий достигла 1.1 млн. м² в год, в 2013-2014 годах объем работ по тепловой модернизации снизился до 500-600 м².

В период 2012-2014 годах была проведена определенная работа по совершенствованию нормативно-технической базы республики по проектированию, строительству и эксплуатации энергоэффективных жилых домов, включая комплекс мероприятий по разработке и внесению изменений в действующие технические нормативные правовые акты, предусматривающие повышение нормативного значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций при строительстве и реконструкции зданий не менее:

- наружные стены из всех видов строительных материалов – 3,2 (м²град)/Вт;
- совмещенные покрытия, чердачные перекрытия – 6 (м²град)/Вт;
- окна, балконные двери – 1 (м²град)/Вт.



Установлено, что с 2014 года удельное потребление тепловой энергии на отопление строящихся зданий, не должно превышать 40 кВт·ч/м² в год, а для зданий, прошедших тепловую модернизацию, – 80 кВт·ч/м² в год.

В перспективе предстоит внести изменения в действующие технические нормативные правовые акты, обеспечивающие введение показателей удельного расхода тепловой энергии за отопительный период в зависимости от объемно-планировочных и конструктивных характеристик зданий и их инженерного оснащения, а также в части вентиляции и отопления энергоэффективных жилых домов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

(данные МОО «Экопроект Партнерство»)

List of energy efficient residential houses built in Republic of Belarus in 2007-2013 with brief description

Address of energy efficient residential house. Photographs	Brief description: number of flats and storeys, year of construction, construction materials and EE technologies applied, designer and\or construction company. Link to sources of information.
<p>Minsk, Pritytskogo street 107</p> 	<p>145 flats, 9 storeys, built in 2007, construction technology – reinforced concrete slab, typical building series 11190MAPID, First pilot EE residential building in Belarus.</p> <p>EE technologies: better insulation of upper floors and corners, R-value of wall panels vary from 3,2 m2 degree/W in the middle of façade to 5,2 m2 degree/W, automatic ventilation with heat recovery device in each flat, better windows (R value 1,2m2*degree/W), horizontal heating system and autonomous automated control of heating and ventilation modes with automatic climate control in each apartment and in-flat heat meters. Balconies with windows (ventilation heat recovery devices are located on the balconies).</p> <p>Automatic system of management and control of engineering system of the whole building, registration and monitoring of microclimate parameters in the building by association of dwellers.</p> <p>Designer NIPTIS, construction company JSC “MAPID”.</p> <p>Some construction defects were revealed and fixed after accepting the building in operation (heat losses on the upper joints of windows, wrong angles of pipes for removing humidity from ventilation pipes to sewage system, no covering of ventilation shafts on the roof which allowed birds to get into ventilation heat recovery devices)</p>  <p>http://finance.tut.by/news383561.html http://cnb.by/content/view/1497/30/lang.russian/ http://ais.by/sites/ais.by/files/docs/tezisy_konferencii_energoeffektivnoe_stroitelstvo_v_rb_27.02.14.pdf (page 13 and 26)</p>

Minsk, Kazimirovskaja street 16,
micro-region Kamennaia Gorka 5





16 storeys. one section
Year of construction – probably 2011 (shares were sold in 2010)
Construction materials -
Exterior walls - aerated brick with mineral wool insulation thickness of 150 mm, the thermal conductivity of 3.8 * C / W ;
Internal walls - aerated brick;
Interior walls - 100 mm thick gas silicate;
Windows – R value more than 1.0 * C / W ;
Automatic ventilation system with heat recovery on each floor;
In-flat water and heat meters, , steel tubular radiators (imported);
Balconies and loggias - glazed;
Floor height - 3 meters;
developer: Open Joint Stock Company "10 UNR-invest" (JSC "10 UNR-invest")
<http://unr10.by/?p=776#more-776>
<http://realt.by/news/article/13054/>





Minsk, Kazimirovskaja street 17,
micro-region Kamennaia Gorka 5








The house consists of two 16-storey sections.
Space-planning parameters: the area of a residential building - 12,254 square meters, the total area - 9451 square meters, the number of apartments - 158 units., Including: studios - 64 units., Two-bedroom - 32 units., Two-bedroom - 60 units ., four-room - 2 units. The height of the residential floors - 3.0 m.
Built in 2012 (<http://unr10.by/?p=1125#more-1125>)
Each section of a residential house is equipped with two elevators, garbage shafts, . glazed loggias and (or) balconies, forced ventilation system with heat recovery system on each floor (rotor type heat exchange devices REGO 1600 vW). Windows and balcony doors consists from five-chamber PVC profile with a thermal resistance of at least $R = 1,0 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{W}$. Heat exchange devices are located in the central space of each floor to minimize length of ventilation pipes and energy demand for ventilators, warming of incoming air is done by hot water supply pipes, not electric heater (the cost of electricity for dwellers is much higher than cost of heat), exhaust air is taken from warmest rooms in the flats (bathrooms and kitchens).
Foundation of the building - reinforced concrete piles. Vertical load-bearing structures in the aerial part of the house - interior wall (thickness 380 mm) made of the effective ceramic bricks with reinforced concrete inserts, freestanding internal concrete columns and concrete columns that are hidden in the dimensions of the exterior walls of the building. Interfloor overlappings of the building - monolithic reinforced concrete slab 180 mm thick. The exterior walls in the aboveground part of a residential building has thickness of 250-380 mm, is made from bricks, insulated with mineral wool, the standard thermal resistance of at least $R = 3.2 \text{ m C / W}$. Heating system - two-pipe, with heat meters and electronic multi-tariff meter every apartment.
Developer: Open Joint Stock Company "10 UNR-invest" (JSC "10 UNR-invest"). Ventilation with heat recovery was installed by JSC "NIC MAGISTR" (they often present this case as best practice at conferences)
<http://unr10.by/?p=912#more-912>
http://ais.by/sites/ais.by/files/docs/tezisy_konferencii_energoeffektivnoe_stroitelstvo_v_rb_27.02.14.pdf page 31


<p>Minsk, Kazimirovskaja street 34, micro-region Kamennaia Gorka 5</p> 	<p>Start of construction: III quarter of 2013. Planned completion of construction: IV quarter 2014</p> <p>10-storey three-section apartment house on the 168 apartments with technical underground floor and "warm" technical attic. The height of the residential floors and technical underground floor is 2.8 m., "Warm" technical attic - 1.9 m.</p> <p>Space-planning parameters: the area of a residential building - 10,299.45 square meters, the total area of apartments - 8 960.48 square meters, the number of apartments - 168 units, Including: 88 one-bedroom units from 33.18 to 36.76 m², 38 two-bedroom units from 50.55 to 59.55 m², 12 two-bedroom units from 75.20 to 76.60 m², 30 four-bedroom units from 97.49 to 100.07 m².</p> <p>Each section of residential house equipped with garbage disposal and passenger lift.</p> <p>Basement of the building - monolithic grillage on piles. Vertical load-bearing structures of the house - concrete columns. Interfloor overlappings of the building - a slab of reinforced concrete thickness of 180 mm. The exterior walls are built from blocks of cellular concrete (thickness 500 mm).</p> <p>Heating system - two-pipe, horizontal. Supply and exhaust ventilation with a natural impulse.</p> <p>Each flat is equipped with an electronic multi-tariff meter.</p> <p>Developer: Open Joint Stock Company "10 UNR-invest" (JSC "10 UNR-invest")</p> <p>http://unr10.by/phpBB3/viewtopic.php?f=34&t=374</p> <p>http://unr10.by/?p=1185</p>
<p>Minsk, Nemanskaia street 41, micro-region Kamennaia Gorka 1</p> 	<p>The house consists of one 25-storey section. Probably built in 2011.</p> <p>Space-planning parameters: total area of the residential part - 14238 square meters, the total area of apartments - 11,784 square meters, the number of apartments - 189 units., Including: studios - 52 units., Two-bedroom - 112 units., Three-bedroom - 24 units., four-bedroom - 1 unit.</p> <p>The height of the floor of premises - 3.0 m.</p> <p>The residential building is equipped with garbage shaft, three elevators. glazed loggias and (or) balconies. Windows and balcony doors from five-chamber PVC profile with a thermal resistance R more than 0.6 OC / W. Basement of the building - a solid monolithic slab with height of 1.2 m. Vertical load-bearing structures -inner wall (thickness 380 mm) from the effective ceramic bricks, with reinforced concrete inserts, freestanding internal concrete columns and concrete columns placed in the hidden dimensions of the exterior walls of the building. Interfloor overlappings - slab of reinforced concrete (thickness 180 mm). The exterior walls of the dwelling part has thickness of 500 mm from modern materials that provide normative thermal resistance of 3.2 OC / W.</p> <p>Heating and hot water supply of residential pulp divided into two zones: Zone 1 - 2-16 floors, 2 zone - 17-25 floors. Heating system - two-pipe, with heat meters in every apartment. Each apartment is provided with electronic multi-tariff meter.</p> <p>Developer: Open Joint Stock Company "10 UNR-invest" (JSC "10 UNR-invest")</p> <p>http://unr10.by/?p=580#more-580</p> <p>http://realt.by/news/article/13054/</p> <p>http://unr10.by/?p=556 (plans of floors)</p>

<p>Minsk, Nemanskaia street 42, micro-region Kamennaia Gorka 1r</p> 	<p>25 floors, one section. Probably built in 2011.</p> <p>The height of the floor of premises - 3.0 m. Space-planning indicators: total area of the residential - 14238 square meters, the total area of apartments - 11,784 square meters, the number of apartments - 189 units., Including: studios - 32 units. , two-bedroom - 124 units., three-bedroom - 32 units., four-room - 1 unit.</p> <p>Residential house is equipped with a garbage disposal, three elevators. Glazed loggias and (or) balcony. Windows and balcony doors from five-chamber PVC profile with a thermal resistance $R = 1,0 \text{ OC} / \text{W}$. Basement of the building - a solid monolithic slab (height of 1.2 m). Vertical load-bearing structures in the residential part of the house - interior walls thickness of 380 mm from the effective ceramic bricks, made of reinforced concrete inserts, freestanding internal concrete columns and concrete columns placed in the hidden dimensions of the exterior building walls. Interfloor overlappings - slab of reinforced concrete thickness of 180 mm. The exterior walls of the dwelling designed thickness of 500 mm from modern materials that provide normative thermal resistance of 3.2 sq.m. $0 \text{ C} / \text{W}$. Heating and hot water supply of residential houses are divided into two zones: zone 1 - 2-18 th floor, 2nd zone - 19-25 th floors. Heating system with door--dvuhtrubnaya heat meters. Each apartment is provided with electronic multi-tariff meter.</p> <p>Specific heat consumption for heating and ventilation of a residential building is 38.1 kW h / m2 per year, an expert conclusion of "Glavgosstroyekspertiza" that this house belongs to the category of energy efficient buildings is available.</p> <p>Developer: Open Joint Stock Company "10 UNR-invest" (JSC "10 UNR-invest")</p> <p>http://unr10.by/?p=685#more-685</p> <p>http://realt.by/news/article/13054/</p>
<p>Minsk, Lozhinskaia street 5, micro-region Uruch'e</p> 	<p>Apartment building, not related to the category of superior comfort, with built-in commercial and multi-functional space and an underground parking garage. Two sections. At least 20 storeys.</p> <p>Built in 2012 (http://unr10.by/?p=1086#more-1086)</p> <p>Basement - solid monolithic slab (height 1.2 m).</p> <p>Vertical load-bearing structures in the residential part of the house - interior walls with thickness of 380 mm from the effective ceramic bricks with reinforced concrete inserts, freestanding internal concrete columns and concrete columns placed in the hidden dimensions of the exterior walls of the building. Floor height - 3 meters.</p> <p>Ventilated facade. Energy-efficient PVC windows, balconies and (or) the glazed. The house is equipped with garbage shaft, elevators with elevator hall, technical basement, ground floor, a warm attic, technical floor, firesafe staircase.</p> <p>Specific heat consumption for heating and ventilation of a residential building is 38.1 kWh / m2 per year. Thermal resistance of windows $R - 1.0 \text{ m}^2 \text{ }^\circ \text{C} / \text{W}$.</p> <p>Ability to regulate heat in each apartment and room, water meters and electricity. underground parking for 96 cars.</p> <p>Energy efficiency is achieved due to the use of modern approaches in designing the heating system, a complicated configuration makes it possible to reduce house heat losses through the walls by 30% compared to conventional houses</p> <p>Developer: Open Joint Stock Company "10 UNR-invest" (JSC "10 UNR-invest")</p> <p>http://unr10.by/?page_id=1313</p> <p>http://unr10.by/?p=740 (plans of the 3-5 floors, 13-19 floors)</p> <p>http://unr10.by/phpBB3/viewtopic.php?f=24&t=203 (forum with photos of construction process)</p>

<p>Gomel, Boulevard of Newspaper "Gomel Pravda", 3 Micro-region №18</p> 	<p>10 floors, Year of construction 2010 Framehouse built from masonry units (not panels), ventilation with heat recovery Address and short info was provided by UNDP project LGGE.</p> <p>According to information on the Internet general developer of micro-region № 18 is "Gomel UKS", designer – Gomelproekt" http://www.gomelpr.com/proekt-zastroyki-mikrorayona-no-18-v-g-gomele http://gomelstreet.info/ulicy-goroda-gomel/gazety-gomelskaya-pravda-bulvar/ http://forum.vseogomele.net/viewtopic.php?t=357&postdays=0&postorder=asc&start=125</p>
<p>Gomel, Boulevard of Newspaper "Gomel Pravda", 12 Micro-region №18</p> 	<p>9 floors, Year of construction 2010 Framehouse built from masonry units (not panels), ventilation with heat recovery Address and short info was provided by UNDP project LGGE.</p> <p>According to information on the Internet general developer of micro-region № 18 is "Gomel UKS", designer – Gomelproekt" http://www.gomelpr.com/proekt-zastroyki-mikrorayona-no-18-v-g-gomele http://gomelstreet.info/ulicy-goroda-gomel/gazety-gomelskaya-pravda-bulvar/ http://forum.vseogomele.net/viewtopic.php?t=357&postdays=0&postorder=asc&start=125</p>
<p>Gomel, Borodina street 18</p> 	<p>10 floors. Built in 2011 from reinforced concrete slabs. Ventilation with heat recovery. Balconies are glazed Address and short info was provided by UNDP project LGGE Construction company – JSC "Gomel building-construction plant" http://www.gdsk.by/index.php?go=m_org_photo&lng=rus&page=0&section=0 (subordinate to Ministry of Architecture and Construction", was modernized in 2006-2010 and that allowed to start construction of typical mass housing of improved series 152M. The houses consist of block-sections with the distance between the bearing wall 3.6 m and a ceiling height of 2.8 m. The outer wall panels of thickness 350 mm - Mounted with floor leaning on slabs. Thermal resistance of external walls is not less than 3.9 m2ChoS / W. Ventilation blocks are made of reinforced concrete with separate multi-channels for each apartment.) http://novostroyki.by/10-этажный-3-секционный-жилой-дом-по-ул-бо/ http://bsc.by/story/gomelskiy-dsk-stroit-bystree-bolshe-luchshe</p>

<p>Gomel, Kalenikova street 3</p> 	<p>10 floors. Built in 2012 from reinforced concrete slab. Ventilation with heat recovery. Balconies are glazed Address and short info was provided by UNDP project LGGE http://wikimapia.org/28054890/ru/ул-И-Е-Каленикова-3</p>
<p>Vitebsk, Medicinskaia street 4\1</p> 	<p>10 floors. 1 staircase, 40 flats. Built in 2010 from masonry units (not panels). Ventilation with heat recovery. Balconies are glazed Address and short info was provided by UNDP project LGGE The house is widely known as an example of badly implemented energy efficient building – lack of quality control at designing and especially construction stages, lack of information provided to future dwellers about engineering equipment installed (some tenants did not like heat recovery devices on their balconies and removed them without coordinating this to house management company) http://realt.by/news/article/13054/#ixzz3KerKYIFz http://finance.tut.by/news343461.html http://realt.onliner.by/2013/04/11/energo-doma-v-vitebske</p>
<p>Vitebsk, Bogatyreva street 9</p> 	<p>10 floors. 119 flats. Built in 2010 from masonry units (bricks and gas-silicate blocks). Ventilation with heat recovery. Construction company – Unitary Enterprise “Capital construction of Vitebsk” Address and short info was provided by UNDP project LGGE Also known as bad example http://bilevo.do.am/news/2012-06-12-15</p>
<p>Vitebsk, Chkalova street 66</p>	<p>10 floors. Built in 2010 from masonry units (not panels). Ventilation with heat recovery. Address and short info was provided by UNDP project LGGE</p>

<p>Pinsk (Brest region), Junaia street 34</p> 	<p>The designer was "Brestproekt" 5 floors. 40 apartments (including 10 one-bedroom, 5 two-bedroom, two-bedroom 5 Construction volume of residential building 13190.84 cubic meters, including the underground part of 168,626 m3. The total area of apartments is 8277.95 m2. Living area 1134.9 m2. Area residential building 8799.88 m2 Effective insulation used for:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Three-layer laying on flexible connections (expanded polystyrene with an estimated coefficient of thermal conductivity (operating conditions "B») $\lambda = 0,05 \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{W}$); - Designs and floor coverings (expanded polystyrene $\lambda = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{oS} / \text{W}$ and $\lambda = 0,044 (0,047) \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{W}$); - Insulation of the basement at a depth of 0.6 m from the blind area of the building - the thermal resistance of enclosing structures of the basement is not lower than $R_{t.tr}$.; - Insulation between the inner wall of an unheated staircase type 1 and apartment rooms. <p>As a result, heat resistance of exterior walling is:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) the exterior walls - $3.34 \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{W}$, b) the combined coating - $6 \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{W}$, c) above the basement - $2.5 \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{W}$, d) filling skylights - $1 \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{W}$. <p>Every apartment has individual heating system with modern automated double-circuit gas-fired boilers with closed combustion chamber. Each radiator has automatic thermostat. The ventilation system of residential apartments air handling units with mechanical drive supply air duct is served in the room apartments in the upper area of the windows, and the waste is removed from the rooms, kitchens and lavatories. Heat recovery unit to be removed from the exhaust air - heat exchanger with heat pipes. At very low temperatures possible electric extra heating supply air. Heat recovery efficiency is 60%. Air handling unit is located in each apartment. According to the calculation of the annual specific heat consumption for heating and ventilation data energy-efficient homes is $38 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2$. At the conferences the house is mentioned as bad example because of lack information provided to dwellers and very high tariff for electric heating of incoming air in very cold weather (wrong engineering equipment designed) http://ais.by/story/12305</p>
<p>Pinsk (Brest region), Junaia street 36</p> 	<p>Address was provided by the Ministry of Housing. .(no more information)</p> <p>The designer was "Brestproekt". Description of the house is the same as above, the only difference is ventilation system - air handling unit with heat recovery device is installed centrally for each staircase (entrance). Units are installed in the attic in plenums. At the conferences the house is mentioned as bad example because of lack information provided to dwellers and very high tariff for electric heating of incoming air in very cold weather (wrong engineering equipment designed) http://ais.by/story/12305</p>

<p>Grodno, Dzerzhinskogo street 23B</p> 	<p>7 floors, 63 flats Built in 2009 (put in operation in September 2009). Built from masonry units (bricks and gas-silicate blocks). Ventilation with heat recovery. Designed by GrodnoGrazhdanProekt (after experience exchange with NIPTIS for the pilot house in Minsk Pritytskogo 107). Specialists of GrodnoGrazhdanProekt were the shareholders and now are the dwellers. The house is widely known as one of best examples http://grodnonews.by/ru/0/14628/news http://vtconsult.by/en/publikaczii/poleznaya-informacziya/261-kurs-na-energoeffektivnost-i-individualnoe-stroitelstvo http://effbuild.by/publications/assortment/20/</p>
---	---

Some more EE houses are presented at NIPTIS web-site <http://niptis.mas.by/novie%20konstr.sistemi1.htm>, in specialized magazine <http://ais.by/story/12306> (3 more houses in Vitebsk, but another addresses then mentioned in the table). Belarusian producer of decentralized ventilation systems with heat recovery JSC “VP Alternativa” mentioned 8 energy-efficient houses: two in Gomel, two in Novopolotsk (Vitebsk region), one in Pinsk (Brest region), one in Polotsk (Vitebsk region), one in Zhlobin (Gomel region) http://ais.by/sites/ais.by/files/docs/tezisy_konferencii_energoeffektivnoe_stroitelstvo_v_rb_27.02.14.pdf

Available official statistics on built energy-efficient houses in Belarus with heat recovery in ventilation systems looks like this <http://arcp.by/ru/article/opyt-ekspluatatsii-energoeffektivnyh-mnogokvartirnyh-zhilyh-zdaniy-v-belarusi>

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brest region					2	1
Vitebsk region				3	2	2
Gomel region				2	1	1
Grodno region			1			
Minsk region (excluding Minsk)						
Mogilev region						
Minsk	1				2	
Total 18	1		1	5	7	4

<http://realt.by/news/article/13054/> also mentions 18 energy efficient residential houses built in Belarus, among them 3 in Brest region, 7 in Vitebsk region, 4 in Gomel region, 1 in Grodno region, 3 in Minsk (including the first pilot EE house on Pritytskogo 107).