

Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий  
в Республике Беларусь»

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКЦИОННЫХ И ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЛАСТИ  
ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ,  
ПОДГОТОВЛЕННЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНЫХ КУРСАХ ВЫСШИХ И  
СПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
(этап 1.1)**

Исполнитель,  
Эксперт по формированию  
учебных программ

М.А. Рутковский

Минск  
июнь 2018

## **Введение**

В рамках проекта Программы развития ООН и Глобального экологического фонда «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» за период 2013-2017 годов с использованием международного и национального опыта были разработаны энергоэффективные решения и принципы строительства жилых домов, на основании которых запроектированы и построены впервые в Беларуси экспериментальные энергоэффективные жилые здания в городах Гродно, Минске и Могилеве. Эти здания по своим характеристикам с точки зрения энергопотребления приближаются к параметрам пассивного дома.

Проект Программы развития ООН и Глобального экологического фонда «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» ставит своей целью снижение потребления энергии при строительстве и эксплуатации жилых зданий и соответствующее сокращение выбросов парниковых газов.

Национальным исполняющим агентством является Департамент по энергоэффективности Госстандарта Республики Беларусь. Основными партнерами проекта выступают Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, ОАО МАПИД, УП «Институт Гродногражданпроект», Могилевский облисполком.

Основное внимание в проекте уделялось разработке и обеспечению эффективного внедрения новых методов и строительных норм проектирования жилых зданий, проектированию и строительству трех демонстрационных многоэтажных жилых зданий массовых серий, решению вопросов, связанных с сертификацией зданий по уровню энергоэффективности. Помимо энергосбережения, необходимо было принять во внимание микроклимат в помещениях, качество воздуха и вопросы охраны здоровья. Использование экологически безвредных и натуральных строительных материалов являлось не столько пожеланием, сколько обязательным требованием. При использовании определенных подходов и

технологий для достижения высоких энергетических характеристик зданий учитывались также географические и климатические особенности выбранных мест застройки.

Процесс строительства здания — достаточно сложная и комплексная система, которая состоит из огромного количества взаимодействующих друг с другом подсистем, компонентов и элементов. Нарботанный международный и отечественный опыт и постоянные новые исследования в области физики зданий позволили создать реальные условия для реализации проекта в направлении повышении энергетической эффективности домов в Республике Беларусь.

В процессе проектирования и строительства трех энергоэффективных зданий учитывались следующие основные аспекты:

- Оболочка здания: геометрия, тепловые свойства оболочки, тепловые мостики, окна и двери, герметичность.
- Инженерные системы: вентиляция, системы отопления и нагрева воды, автоматизация, элементы управления и диспетчеризация зданий.
- Микроклимат помещений: температурные условия, качество воздуха и адаптация к микроклимату.
- Сокращение потребления электрической энергии: электрические приборы и освещение.
- Возобновляемые источники энергии: использование энергии солнца, грунта, теплоты удаляемого вентиляционного воздуха, теплоты сточных вод городского канализационного коллектора, теплоты «серых стоков» жилого дома.
- Здания с высокими энергетическими характеристиками должны потреблять как можно меньше энергии и, при этом, обладать комфортным внутренним микроклиматом.

В рамках проекта спроектированы, закуплены и установлены уникальные энергосберегающие инженерные системы в трех многоэтажных жилых домах.

**Для домов в Минске, Могилеве и Гродно:-** Система утилизации теплоты сточных вод для системы горячего водоснабжения; - Система принудительной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха; - Система диспетчеризации данных на удаленные сервера.



Типовой крупнопанельный 19-ти этажный жилой дом на 133  
квартиры в г.Минске

Удельные показатели потребления тепловой энергии:  
на отопление 25кВт·ч/м<sup>2</sup> в год; на ГВС 40кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

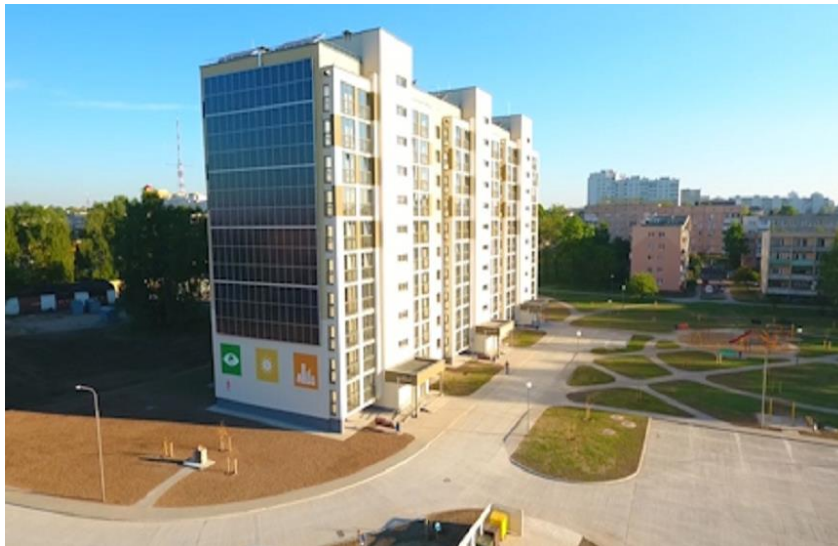
**Для дома в Могилеве:** - Система солнечных коллекторов для нагревания воды в системе горячего водоснабжения.



Типовой 10-ти этажный жилой дом в конструктивной системе  
неполный каркас на 180 квартир с четырьмя подъездами в г.Минске

Удельные показатели потребления тепловой энергии:  
на отопление 25кВт·ч/м<sup>2</sup> в год; на ГВС 20кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

**Для дома в Гродно:** - Система тепловых насосов, использующих энергию канализационных стоков сборного городского коллектора и энергию, снимаемую с фундаментных свай здания; - Гелио-электростанция на кровле и южном фасаде здания.



10-ти этажный жилой дом с кирпичными несущими стенами и наружными стенами из ячеистого бетона на 120 квартир с тремя подъездами в г.Гродно

Удельные показатели потребления тепловой энергии:  
на отопление 15кВт·ч/м<sup>2</sup> в год; на ГВС 30кВт·ч/м<sup>2</sup> в год.

Важным условием успешного внедрения практики строительства зданий с высокими энергетическими характеристиками является широкое информирование общества (в том числе государственных чиновников, специалистов строительной отрасли, проектировщиков, представителей ученых кругов, владельцев зданий и самих жителей), а также обучение методам расчета и энергоэффективным технологиям проектирования успешных проектов в жилом секторе.

**Перечень обучающих материалов, подготовленных для  
использования в учебных курсах высших и специальных учебных  
заведений Республики Беларусь**

В рамках проекта международными и национальными экспертами были разработаны технические отчеты, листовки, брошюры, справочные пособия (см. <http://www.effbuild.by/publications/>). Из них можно выделить следующий список ключевых публикаций, выпущенных проектом и его экспертами:

1. Бедулько, А. В. Применение солнечных фотоэлектрических панелей для нагрева воды на нужды горячего водоснабжения: справочное пособие / А. В. Бедулько. – Минск, 2014. – 24 с.
2. Галата, А. Международный протокол измерения и верификации показателей эффективности для жилых зданий (IPVMP) / А. Галата. – Минск, 2013. – 18 с.
3. Галата, А. Жилые здания: Руководство по системе диспетчеризации инженерного оборудования здания: проектирование и установка (BMS/HMS) / А. Галата. – Минск, 2015. – 32 с.
4. Галата, А. Концепция каталога сценариев оптимизации для строительной отрасли Республики Беларусь (включая технические решения для повышения энергоэффективности) / А. Галата. – Минск, 2015. – 32 с.
5. Галата, А. Методическое руководство по проведению энергетического аудита в жилых зданиях / А. Галата. – Минск, 2015. – 164 с.
6. Данилевский, Л. Н. Энергоэффективный дом – путь в будущее / Л. Н. Данилевский. – Минск, 2014. – 20 с.
7. Данилевский, Л. Н. Системы принудительной вентиляции с рекуперацией тепловой энергии удаляемого воздуха для жилых зданий: справочное пособие / Л. Н. Данилевский. – Минск, 2015. – 152 с.
8. Дюсьмикеев, А. Б. Энергообеспечение инженерных систем и мест общего пользования энергоэффективных зданий солнечными

фотоэлектрическими панелями: справочное пособие / А. Б. Дюсьмикеев. – Минск, 2017. – 104 с.

9. Жидович, И. С. Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения многоквартирного жилого фонда на принципах энергосбережения / И. С. Жидович. – Минск, 2014. – 32 с.

10. Жидович, И. С. Проектирование теплонасосных установок для отопления и горячего водоснабжения энергоэффективных многоэтажных жилых зданий: справочное пособие / И. С. Жидович. – Минск, 2017. – 128 с.

11. Лари, А. Сертификация энергетической эффективности зданий. Передовой опыт в области сертификации энергетической эффективности многоэтажных жилых зданий: справочное пособие / А. Лари. – Минск, 2015. – 40 с.

12. Покотилов, В. В. Гелиосистемы теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых зданий (для проектировщиков и специалистов в области энергоэффективного теплоснабжения жилых зданий) / В. В. Покотилов. – Минск, 2014. – 32 с.

13. Покотилов, В. В., Рутковский, М. А. Использование солнечной энергии для повышения энергоэффективности жилых зданий: справочное пособие / В. В. Покотилов, М. А. Рутковский. – Минск, 2015. – 64 с.

14. Соколовский, Л. В. Некоторые особенности при проектировании оболочки зданий с почти нулевым потреблением энергии (в помощь проектировщику) / Л. В. Соколовский. – Минск, 2013. – 22 с.

15. Соколовский, Л. В. Словарь-справочник по энергосбережению и энергоэффективности в строительстве (первая редакция) / составитель Л. В. Соколовский. – Минск, 2014. – 64 с.

16. Соколовский, Л. В. Энергоэффективные строительные материалы, изделия и технологии: справочное пособие / Л. В. Соколовский. – Минск, 2017. – 60 с.

17. Соколовский, Л. В. Проектирование энергоэффективных ограждающих конструкций жилых зданий. Ячеистый бетон при проектировании

энергоэффективных оболочек жилых многоэтажных зданий: справочное пособие / Л. В. Соколовский. – Минск, 2014. – 44 с.

18. Яунземс, Д. Проектирование, практика и принципы строительства энергоэффективных зданий / Д. Яунземс. – Минск, 2014. – 86 с.

19. Яунземс, Д. Политика, нормы и стандарты энергетической эффективности зданий / Д. Яунземс. – Минск, 2015. – 56 с.

На основании анализа ключевых технических отчетов и иных публикации сформирован перечень обучающих материалов для соответствующих учебных курсов, имеющих отношение к разработке энергоэффективных жилых зданий, в том числе, к установке и эксплуатации энергоэффективных инженерных систем зданий.

Каждый блок обучающих материалов соответствует определенной области знаний в энергоэффективном строительстве и представлен в виде самостоятельной презентации. При этом каждый учебный блок/каждая учебная презентация состоит из самостоятельных учебных тем, что позволяет преподавателю выбирать из них соответствующие его учебному плану.

Перечень обучающих презентаций:

**1.Сертификация энергетической эффективности зданий.**

Темы:

- 1.1. Общие положения.
- 1.2. Директива об энергетических характеристиках зданий (ДЭХЗ).
- 1.3. Передовые практические методы.
- 1.4. Образец Свидетельства об энергетической эффективности здания.
- 1.5. Существующая система энергетических паспортов в Республике Беларусь.
- 1.6. Проект Технического регламента «Энергоэффективность зданий».
- 1.7. Системы и процедуры сертификации, применимые к энергоэффективным материалам.



## **2. Политика, нормы и стандарты энергетической эффективности зданий**

### Темы:

- 2.1. Политика, нормы, стандарты.
- 2.2. Международные разработки и направления в области строительства энергоэффективных зданий.
- 2.3. Законодательная и нормативная база в области энергоэффективного строительства в Республике Беларусь.

## **3. Проектирование энергоэффективных ограждающих конструкций**

### Темы:

- 3.1. Классификация теплоизоляционных материалов
- 3.2. Характеристики теплоизоляционных материалов
- 3.3. Теплоизоляционные материалы для оболочки здания
- 3.4. Сравнение теплоизоляционных материалов
- 3.5. Ячеистый бетон
- 3.6. Основные свойства ячеистого бетона
- 3.7. Здание с почти нулевым потреблением энергии
- 3.8. Мостики холода. Герметичность

## **4. Применение систем принудительной вентиляции с рекуперацией тепла удаляемого воздуха**

### Темы:

- 4.1. Параметры воздушной среды в жилых помещениях
- 4.2. Конструктивные схемы организованного воздухообмена в жилых зданиях
- 4.3. Аэродинамические сопротивления элементов вентиляционных систем и метод электротехнической аналогии
- 4.4. Схемы расчета систем приточно-вытяжной вентиляции различных типов

4.5. Оптимизация конструкции рекуперативных теплообменников для использования в жилых зданиях

## **5. Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения энергоэффективных многоэтажных жилых зданий**

### Темы:

- 5.1. Особенности процесса проектирования теплонасосных установок
- 5.2. Параметры теплоносителя в сети отопления и горячего водоснабжения от теплонасосных установок
- 5.3. Источники низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов
- 5.4. Устройства для отбора низкопотенциальной теплоты
- 5.5. Устройства для трансформации низкопотенциальной теплоты
- 5.6. Структурирование теплонасосных установок, выбор основного оборудования и расчет энергетических потоков
- 5.7. Технологические схемы поливалентных источников отопления и горячего водоснабжения с теплонасосными установками
- 5.8. Особенности размещения оборудования теплонасосных установок
- 5.8. Обоснование проектного решения и эффективности применения теплонасосных установок для отопления и горячего водоснабжения многоэтажных жилых зданий

## **6. Использование солнечной энергии для повышения энергоэффективности зданий**

### Темы:

- 6.1. Анализ радиационного климата Беларуси для выявления основных факторов влияния на энергоэффективность здания
- 6.2. Особенности применения принципов солнечной архитектуры при проектировании энергоэффективных жилых зданий
- 6.3. Устройство и принцип работы pv-систем нагрева воды
- 6.4. Гелиосистемы теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых зданий

6.5. Гелиоколлекторы

6.6. Солнечные фотоэлектрические технологии

6.7. Солнечные модули

6.8. Виды конструкций для монтажа солнечных панелей

## **7. Принципы и практика проектирования и строительства энергоэффективных зданий**

### Темы:

7.1. Геометрия и форма здания

7.2. Оболочка здания. Теплоизоляционные материалы

7.3. Герметичность

7.4. Мостики холода

7.5. Вентиляция

7.6. Рекомендации по дальнейшему развитию централизованных систем отопления и горячего водоснабжения в жилых районах

7.7. «Пассивное» использование солнечной энергии на нужды отопления зданий

7.8. «Активное» использование солнечной энергии (электроэнергия и тепловая энергия)

7.9. Тепловые насосы

## **8. Методика мониторинга и энергоаудита зданий**

### Темы:

8.1. Нормы в области энергоаудита

8.2. Порядок проведения энергетического обследования

8.3. Проведение инструментальных измерений

8.4. Анализ данных и оценка показателей энергетической эффективности

8.5. Разработка мероприятий для повышения энергетической эффективности

В Республике Беларусь курсы лекций, связанные с энергоэффективным строительством для различных уровней обучения читают как в высших учебных заведениях, готовящих специалистов строительных специальностей, так и в других учебных заведениях.