

Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий  
в Республике Беларусь»

**ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕРСИИ ЛЕКЦИОННЫХ И ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ,  
ПОДГОТОВЛЕННЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНЫХ КУРСАХ ВЫСШИХ И  
СПЕЦИАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
(этап 1.2)

Исполнитель,  
Эксперт по формированию  
учебных программ

М.А. Рутковский

Минск  
июнь 2018

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.

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.

Технология проектирования пассивных зданий стала базовой для развития энергоэффективного строительства в Западной Европе. Это обстоятельство нашло свое отражение в учебных курсах высших учебных заведений Западной Европы.

Основы проектирования зданий в соответствии с указанными технологиями преподают в следующих учебных заведениях:

- Fachhochschule, Hannover;
- Architectural Assotiation Graduate School, London;
- Cambridge University, Department of engineering, United Kingdom;
- Transilvania University Braspv, Romania;
- Loughborough University, Hatfield England;
- Passivhaz Akademia, Hungary;
- Bergische Universitat Wuppertal, Germany;
- Southempton Solent University, England;
- Fachhochschule Erfurt, Germany;
- University, Insbruck, Austria;
- Donau-Universitat, Krems, Austria;
- Universitat Darmstadt, Germany;
- Helsinki University of Technology, Finland;

- Energy and Building Design, Lund University, Sweden;
- Hochschule Rosenheim, Germany;
- Samsø Energieacademi, Denmark; 3
- University of Tartu, Institute of Technology, Estonia;
- Hochschule Luzern- Technik & Archtectu, Switzerland;
- University of Ljubljana, Slovenia;
- Bergische Universität Wuppertal, Germany;
- Technische Universität Hamburg-Harburg, Germany;
- Hochschule Bremen, Germany.

Курсы, связанные с энергоэффективным строительством, читаются студентам строительных специальностей, а также энергоменеджерам и студентам экологических специальностей.

Следует отметить, что основоположник направления строительства пассивных зданий, основатель «Института пассивный дом», профессор Вольфганг Файст читает в настоящее время курс лекций по технологии проектирования и строительства пассивных зданий в университете в г. Инсбрук, Австрия.

В г. Дармштадт, где находится «Институт пассивный дом», аналогичные курсы читают привлеченные к преподаванию в местной высшей школе сотрудники института. В курсах лекций по энергоэффективному строительству в качестве модулей для формирования интегрированной системы обучения по дисциплинам, связанным со строительством и инженерным оборудованием энергоэффективных зданий, активно используют материалы по строительству пассивных зданий, наработанные в «Институте пассивного дома». Из них можно назвать W. Feist «Gestaltungsgrundlagen von Passivhäusern», 2001. Кроме этого, в настоящее время выпущено более 50 изданий института «Пассивный дом», посвященных различным аспектам энергоэффективного строительства. Перечислим некоторые из них:

- Energiebilanz und Temperaturverhalten – энергетический баланс и температурные условия;
- Stadtplanerische Instrumente zur umsetzung von Passivhausern – градообразующие инструменты для распространения пассивных зданий;
- Passivhausversorgungstechnik - Техника для энергоснабжения пассивных зданий;
- Haustechnik in Passivhaus – домашняя техника для пассивных зданий;
- Superfenster in Passivhaus – Супер-окна для пассивных зданий;
- Wärmebrückenfreies Konstruieren – Конструирование без тепловых мостов;
- Qualitätsicherung beim Bau von Passivhausern – Контроль качества при строительстве пассивных зданий;
- Kostengünstige Passivhauser – Дешевый пассивный дом;
- Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung – использование технологий пассивного дома при модернизации зданий;
- Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhausern – расположение вентиляционных систем в пассивных зданиях;
- Messtechnik und Messergebnisse – измерительная техника и результаты измерений;
- Warmedämmung Wärmebrücken Luftdichtheit – Утепление, мостики тепла, воздухопроницаемость;
- Wärmeübergabe und Wärmeverluste im Passivhaus – Теплопередача и тепловые потери в пассивном доме;
- Wärmeverluste durch das Erdreich – Теплотери через грунт;
- Lüftung im Passivhaus – Вентиляция в пассивном доме.

Кроме этого, вышло достаточно много пособий для преподавания дисциплин, связанных с энергоэффективным строительством.

Некоторые из них:

- Jorg Brandt u A. Warmeschutz nach Mas, Koln, 1990. – Теплозащита в массивных зданиях;
- A.Schrode Niedrigenergiehauser, Koln, 1996. – Здания с низким потреблением энергии;
- E. Heinz Kontrollirte Wohnungsluftung, Berlin, 2000. - Управляемый воздухообмен в квартирах;
- A.Kerschberger Solares Bauen mit transparenter Warmedammung, Berlin, 2006. - Солнечное строительство с прозрачной теплоизоляцией;
- E.U.von Weizsaker Faktor Vier, Munchen, 1996. – Коэффициент 4.

Указанная литература, служит в качестве модулей для подготовки курсов лекций по энергоэффективному строительству для различных уровней обучения, для бакалавров и магистров.

Задача проекта Программы развития ООН и Глобального экологического фонда «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» ставит своей целью – подготовить учебные материалы в виде, возможном для использования в существующих учебных программах подготовки специалистов в высших учебных заведениях Республики Беларусь с целью дополнения в образовательном процессе по специальностям в области проектирования энергоэффективных зданий, их строительства и эксплуатации.

Для решения этой задачи разработаны электронные версии лекционных материалов, прилагаемых к настоящему отчету в виде обучающих презентаций. Каждая учебная презентация состоит из самостоятельных учебных тем, что позволяет преподавателю выбирать из них соответствующие его учебному плану.

К настоящему отчету прилагаются следующие учебные презентации:

### **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 1 (количество слайдов: 81)**

#### **«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.

### **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 2 (количество слайдов: 52)**

#### **«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.

### **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 3 (количество слайдов: 97)**

#### **«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

#### **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 4 (количество слайдов: 62)**

##### **«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

#### **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 5 (количество слайдов: 102)**

##### **«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

### **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 6 (количество слайдов: 116)**

#### **«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

### **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 7 (количество слайдов: 168)**

#### **«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

## **ПРЕЗЕНТАЦИЯ 8 (количество слайдов: 87)**

### **«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.