

Приложение HW-I_RU
к положениям о проведении экзамена
«Сертифицированный строитель пассивного дома»



Список целей обучения
«Сертифицированный строитель
пассивного дома»

Данный список целей обучения сформирован с учетом того, что строители благодаря наличию основного образования уже освоили технологии традиционного строительства. Поэтому содержание данного документа ограничивается важнейшими дополнительными знаниями, непосредственно связанными с пассивным домом. Данные учебные цели являются важнейшим основанием для сдачи экзамена «Сертифицированный строитель пассивного дома».

1. Пассивный дом. Основные принципы, единые для всех
строительных специальностей

1.1. Определение пассивного дома

Знания, определяющие пассивный дом вне зависимости от климата и функционального назначения, и их выводы:

Пассивным домом является здание, в котором температурный комфорт [ISO 7730] может быть обеспечен одним только подогревом или охлаждением объёмного расхода свежего воздуха, необходимого для достаточного качества воздуха в помещении [DIN 1946], без использования дополнительной рециркуляции воздуха. {Определение}

1.2. Критерии пассивного дома

Критерий отопительной нагрузки	$q_{\max, \text{отопл.}} \leq q_{\text{приточ. возд., max}}$	{ универсально }
Критерий холодильной нагрузки	$q_{\max, \text{охл.}} \leq q_{\text{приточ. возд., max}}$	{ универсально }
Критерий годовой потребности в тепле на отопление	$q_{\max, \text{отопл.}} \leq 15 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \text{ год})$ {зависит от климата, данное значение действительно для Средней Европы}	
Критерий годовой потребности в энергии на охлаждение	$q_{\max, \text{охл.}} \leq 15 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \text{ год})$ {зависит от климата, данное значение действительно для Средней Европы}	
Критерий воздухопроницаемости	$n_{50} \leq 0,6 \text{ ч}^{-1}$	{ универсально }
Критерий годовой потребности в первичной энергии	$e_{\max, \text{ПЭ}} \leq 120 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / (\text{м}^2 \text{ год})$	{ универсально }
Частота возникновения перегрева	$t_{\max, \vartheta > 25^\circ} \leq 10\% t_{\text{использ.}}$	{ универсально }

1.3 5 столпов пассивного дома

- хорошо теплоизолированная оболочка
- конструкция без тепловых мостов
- воздухо непроницаемость
- окна и поступление солнечной энергии
- вентиляция с рекуперацией тепла

1.4 Экология и комфорт

- энергопотребление и климат, CO₂, потенциал энергосбережения
- комфорт и здоровый климат внутри помещений

1.5 PHPP и другие основные принципы проектирования

- Ориентация здания
- Компактность здания
- Пассивный дом как стандарт здания, а не как архитектурный стиль
- Пакет проектирования пассивного дома (PHPP)
- Общий энергобаланс здания
- Результаты расчётов в PHPP

1.6 Рентабельность

- Стоимость энергии сегодня и тезисы по развитию уровня цен в будущем
- Эксплуатация здания с принципами устойчивого строительства, долгосрочные доходы
- Сравнение инвестиционных затрат – сэкономленные затраты на энергию
- Стоимость жизненного цикла пассивного дома по сравнению со стандартным зданием,
условная средняя цена энергии за рассматриваемый период (20 лет),
остаточная стоимость здания в конце рассматриваемого периода
- Затраты, возникающие в любом случае, и затраты на мероприятия по энергосбережению по принципу стыковки, «если уж делать, то делать»

- Рентабельность отдельных мероприятий:
Теплоизоляция, окна, воздухопроницаемость, система вентиляции в пассивном доме-новостройке
и реконструкция с использованием компонентов пассивного дома (EnerPHIT)
- Рентабельность пакета мероприятий, документация на основании сметы расходов (пассивный дом-новостройка и реконструкция с использованием компонентов пассивного дома (EnerPHIT))

1.7 Ход строительства и обеспечение качества

- Отличия при строительстве пассивных домов и обычных зданий, распределение выполнения значимых для пассивного дома элементов по определённым строительным специальностям
- Целесообразная и оптимальная последовательность этапов работ, значимых для обеспечения стандарта пассивного дома
- Временная, пространственная и содержательная зависимость представителей строительных специальностей друг от друга
- Требуемое качество выполнения работ и способы его достижения
- Практическое обеспечение качества на строительной площадке
- Сертификаты и польза от них

1.8 Информация для жильцов (пользователей помещений) и их поддержка

- Какая информация нужна пользователям (жильцам) пассивных домов?
- Открывание окон: влияние в зимний период; влияние в летний период
- Временное затенение: влияние в зимний период; влияние в летний период
- Система вентиляции, особенности, техобслуживание
- Предотвращение сухого воздуха в зимний период
- Возможности получения информации

1.9 Основные принципы теплоизоляции в пассивном доме

- Принцип теплоизолирующей оболочки
- Общий обзор имеющихся на рынке теплоизоляционных материалов и их характеристик
- Теплопроводность, простой расчёт коэффициента теплопередачи (значение U)

- Типовые коэффициенты теплопередачи в пассивном доме в Средней Европе и вытекающая из них толщина теплоизоляции
- Правильная укладка теплоизоляционного материала

1.10 Основные принципы строительства без тепловых мостов

- Что такое тепловой мост?
- Повреждение строительной конструкции из-за тепловых мостов, температура поверхности
- Теплопроводности разных строительных материалов
- Величины теплопотерь от тепловых мостов в разных случаях
- Основные правила предотвращения тепловых мостов
- Оптимизация тепловых мостов при монтаже окон

1.11 Основные принципы для окон пассивного дома

- Функция окон в целом и в отношении пассивного дома: внешний вид, теплозащита, поступление солнечной энергии, вентиляция в дневное и ночное время
- Комфорт в пассивном доме и вытекающие из этого требования к окнам, температура на внутренней поверхности окон
- Требования к окнам в целом и в отношении пассивного дома: герметичность, теплозащита (коэффициент теплопередачи U), светопропускание, возможность открывания и затенения при необходимости, монтаж без тепловых мостов или с незначительными тепловыми мостами, воздухонепроницаемый монтаж
- остекление и край остекления (стеклопакета), обзор требований, значение g

1.12 Воздухонепроницаемость

- Причины для необходимости обеспечения воздухонепроницаемости здания
- Принцип воздухонепроницаемого слоя (правило «красного карандаша» и принцип лишь одного воздухонепроницаемого слоя)
- Различие между воздухонепроницаемостью и ветронепроницаемостью
- Типичные слабые места при недостаточной воздухонепроницаемости,
- Метод измерения воздухонепроницаемости (подготовка, проведение, величина погрешности), типичные результаты измерений, метод идентификации слабых мест
- Оценка разного рода негерметичностей
- Подходящие и неподходящие материалы для воздухонепроницаемых поверхностей и примыканий (в случае разных строительных конструкций, таких как массивные,

- лёгкие и смешанные), подходящие мероприятия достижения воздухо непроницаемости в случае проникающих элементов (проходящих насквозь), специальная продукция
- Ход работ / последовательность выполнения работ относительно воздухо непроницаемости
 - Долговечность решений для достижения воздухо непроницаемости

1.13 Основные принципы вентиляции

- Взаимосвязь между воздухо непроницаемостью, вентиляцией, влажностью воздуха, совокупностью проблем с гигиеной и необходимостью использования вентиляционных установок
- Качество воздуха
- Принцип приточно-вытяжной вентиляции – направленный поток воздуха
- Конструкция системы вентиляции – основные компоненты (без углубления в отдельные строительные специализации)
 - Центральная вентиляционная установка с теплообменником
 - Сеть воздухопроводов и теплоизоляция холодных воздухопроводов, антидиффузионные материалы
 - Вентиляционные диффузоры: приточный воздух/вытяжной воздух
 - Переточные элементы: понимание необходимости и виды исполнения
 - Забор наружного воздуха и выброс удаляемого воздуха, их расположение
- Принцип рекуперации тепла
- Место сопряжения с оболочкой здания: воздухо непроницаемое примыкание без тепловых мостов воздухопроводов с наружным и удаляемым воздухом
- Необходимость и возможности установки вентиляционного оборудования в старых постройках

1.14 Основные принципы теплоснабжения

- Потребность в тепле и требуемая отопительная мощность пассивного дома
- Подача требуемой в помещении тепловой энергии приточным воздухом
- Расположение отопительных приборов в пассивном доме
- Нагрев питьевой воды
- Традиционные теплогенераторы в пассивном доме
- Использование возобновляемых видов энергии в пассивном доме
- Неконтролируемая теплоотдача от теплогенератора/трубопроводов
- Воздухо непроницаемый ввод в дом инженерных коммуникаций

- Камеры сгорания печей в пассивном доме
- Использование старых теплогенераторов
- Трубопроводы, отопительные приборы в случае реконструкции старых зданий

2. Углубление по строительной специализации: Оболочка здания

2.1 Теплоизоляция в пассивном доме

В дополнение к главе 1.9 важным является следующий учебный материал:

- Перенос влаги в результате диффузии (пароизоляция с ограниченной паропрооницаемостью, глухая пароизоляция, пароизоляция с переменной паропрооницаемостью)
- Углубленная информация об имеющихся на рынке теплоизоляционных материалах и их свойствах
- Конструкции стен, подходящие для пассивного дома, и их структура, крепления без тепловых мостов/с минимальным влиянием от тепловых мостов, примыкания:
 - Здание из массивных конструкций с комплексной системой теплоизоляции
 - Здание из монолитных конструкций
 - Лёгкие строительные конструкции: воздухонепроницаемость, влагозащита
 - Вентилируемые фасады
 - Теплоизоляция элементов конструкции, соприкасающихся с грунтом
- Конструкции крыши, пригодные для пассивного дома:
 - Подходящие материалы и конструкции
 - Возможная структура крыши
 - Скатные крыши, плоские крыши зданий из массивных конструкций, плоские крыши зданий из лёгких конструкций
 - Теплоизоляция между стропил, теплоизоляция над стропилами, комбинированные конструкции
- Конструкции в нижней части оболочки здания пригодные для пассивного дома:
 - Теплоизоляция потолка подвала
 - Теплоизоляция фундаментной плиты
 - Возможные конструкции
 - Противопожарная защита, допуск органов строительного надзора, гарантии в отдельных случаях

2.2 Строительство без тепловых мостов

В дополнение к главе 1.10 важным является следующий учебный материал:

- Конструктивные и геометрические тепловые мосты
- Точечные и линейные тепловые мосты, понятия значений χ и ψ

- О чём говорит значение ψ , что означает «без тепловых мостов» в пассивном доме?
- Оценка величины значений тепловых мостов образцовых конструкций
- Оценка величины теплопроводности разных материалов
- Углублённая оценка величин теплопотерь через тепловые мосты
- Влияние тепловых мостов на стандарт пассивного дома
- Предотвращение тепловых мостов в массивных и деревянных конструкциях зданий
- Знание решений для фундамента, цоколя, интегрированного междуэтажного перекрытия, карнизного свеса, фронтонного свеса, парапета, элементов, проникающих через теплоизоляционный слой в комплексной системе теплоизоляции и навесного фасада, избегание выступающих элементов

2.3 Окна и другие прозрачные наружные строительные элементы

В дополнение к главе 1.11 важным является следующий учебный материал:

- Теплоизоляционные характеристики окон: коэффициент теплопередачи U , разное влияние на приведенный коэффициент теплопередачи окна U , расчёт коэффициента теплопередачи U с помощью предоставленного в распоряжение инструмента (в РНПП)
- Оконная рама: коэффициент теплопередачи рамы U , пригодные для пассивного дома конструкции оконных рам, влияние ширины рамы
- Монтаж с минимальным влиянием от тепловых мостов: дополнительная теплоизоляция рамы, затенение окна посредством откоса оконного проёма, воздухопроницаемость окна, воздухопроницаемый монтаж, остекление, край стеклопакета
- Взаимодействие различных влияний: оптимизация значений U и g остекления, доля рамы и поступление солнечной энергии
- Окна в плоскости крыши (в том числе мансардные окна), вспомогательные устройства при монтаже окон в плоскости крыши, наклонное остекление (изменение коэффициента теплопередачи U)
- Классификация и сертификация окон, классы энергоэффективности для светопрозрачных конструкций в стандарте пассивного дома, сертификация окон для пассивного дома, польза сертификата
- Двери для пассивного дома

2.4 Комфорт в летний период

- Критерии теплового комфорта
- Влияние на комфорт в летний период
- Как оценить воздухообмен? Какие возможности существуют для его повышения?
- Солнечная радиация: значение, зависимость от ориентации, зависимость от размера светопрозрачных поверхностей, затенение, временное затенение, эффективность затеняющих устройств, расположенных внутри и снаружи
- Влияние внутренних источников тепла. Как можно их снизить?
Влияние цвета фасада, теплоизоляции и внутренней аккумулирующей тепловой ёмкости

2.5 Реконструкция старых зданий с использованием компонентов пассивного дома

- Преимущества модернизации старых зданий с использованием компонентов пассивного дома относительно проблем, возникающих в старых постройках: конденсат и плесень, неудовлетворительный внутренний комфорт, плохой воздух, высокие затраты на отопление, отрицательное влияние на окружающую среду
- Почему стандарт пассивного дома часто не достижим в старых зданиях?
- Сертификация EnerPHit, принципиальные требования и преимущества
- Порядок величин для целесообразного стандарта теплозащиты и для всех мероприятий
- Порядок величин потенциала экономии энергии
- Как поступать со специфическими проблемами старых зданий:
 - Стена, перекрытие подвала/фундаментная плита, крыша, верхнее междуэтажное перекрытие, тепловые мосты, окна (расположение смонтированного окна, обеспечение дневным светом), воздухо непроницаемость, внутренняя теплоизоляция (опасности и недостатки как потенциал экономии, паронепроницаемые и паропроницаемые старые конструкции)
- Пошаговая модернизация

3. Углубление по строительной специализации: Инженерное оборудование здания

3.1 Вентиляция пассивного дома

В дополнение к главе 1.13 важным является следующий учебный материал:

- Почему необходима вентиляция?
 - Загрязнение воздуха в помещении
 - Взаимосвязь относительной влажности воздуха в помещении с источниками влаги в помещении, кратность свежего воздуха и наружная температура
 - Предотвращение образования плесени
- Контролируемая вентиляция квартиры с рекуперацией тепла:
 - Рекуперация тепла, принцип приточно-вытяжной вентиляции
 - Разные концепции вентиляции (центральные и децентрализованные вентиляционные установки)
 - Основные знания размеров, ассортимента, монтажа вентиляционного оборудования
- Отдельные компоненты системы вентиляции:
 - воздухозаборное отверстие для наружного воздуха и отверстие для выброса удаляемого воздуха, фильтры, рекуперация тепла, сток для конденсата, материалы для воздуховодов, сеть воздуховодов с минимальной потерей давления, основы выбора размеров воздуховодов, теплоизоляция воздуховодов, воздухопроницаемая сеть воздуховодов, варианты диффузоров для вытяжного и приточного воздуха, элементы для перетока воздуха, воздухопроницаемые вводы наружного и удаляемого воздуха без тепловых мостов
- Отопление пассивных домов приточным воздухом:
 - Необходимые условия
 - Правильный монтаж нагревательного элемента (калорифера) для приточного воздуха
- Мероприятия по защите вентиляционной установки и их корректная реализация
 - Шумоглушители и шумоизоляция от корпусного шума
 - Разные виды защиты от обмерзания
 - Противопожарная защита и защита от дыма
- Ввод в эксплуатацию
 - Необходимость наладки

- Проведение наладки
- Вентиляция в летний период
- Вентиляционная установка в зданиях старой застройки, необходимые условия и преимущества, компактные вентустановки и монтаж воздуховодов

3.2 Отопление пассивного дома

В дополнение к главе 1.14 важным является следующий учебный материал:

- Получение и распределение тепла в пассивном доме
 - Необходимые условия, установка и функционирование отопления приточным воздухом
 - Оценка традиционной системы отопления в пассивном доме
 - Потребность в тепле и требуемая отопительная мощность для нагрева питьевой воды и для отопления
 - Емкостный накопитель для горячей питьевой воды: соответствие теплогенератору, теплоизоляция накопителя для горячей питьевой воды, мероприятия по предотвращению проблем с легионеллёзом
 - Оборудование для генерации тепла и нагрева воды в домах на одну семью и многоквартирных домах
 - Непригодность традиционных теплогенераторов для пассивных домов на одну семью
 - Пригодность возобновляемых источников энергии
 - Теплонакопители и система управления в случае небольших теплогенераторов
 - Оценка разных теплогенераторов для использования в пассивно доме
 - Типичная компоновка оборудования в пассивном доме на одну семью
 - Конструкция, функционирование и оценка компактных агрегатов
 - Принцип действия и конструкция теплонасосного оборудования
 - Конструкция и функционирование компактного агрегата (с тепловым насосом) совместно с грунтовым теплообменником
 - Мероприятия по технике безопасности и зависимость от использования наружного воздуха для процессов горения в пассивном доме
 - Компактные агрегаты на основе газа
 - Конструкция и функционирование печи, работающей на древесных гранулах
 - Типовые схемы оборудования со встроенной пеллетной печью

- Детали, важные для реализации
 - Теплоизоляция трубопроводов и арматуры, используемые и неиспользуемые теплопотери, объём, занимаемый теплоизоляцией
 - Основные принципы проектирования систем отопления /нагрева питьевой горячей воды/ вентиляции/ системы трубопроводов
 - Прохождение через воздухонепроницаемый слой трубопроводов теплотехнического оборудования
 - Снижение энергопотребления циркуляционных насосов
 - Снижение потерь давления в системах трубопроводов
 - Польза и мероприятия по проведению гидравлической балансировки

- Реконструкция старых зданий
 - Реконструкция отопительного оборудования в контексте общей реконструкции
 - Диапазон мощности и модуляции для нагрева питьевой воды и отопления при реконструкции
 - Пригодность существующих отопительных приборов и трубопроводов после реконструкции
 - Дополнительная установка газовыпускной системы

4 Литература

Пассипедия – словарь пассивного дома, все, что нужно знать о пассивных домах:

<http://passipedia.de>

[АккР 5] Энергобаланс и изменение температуры; Сборник протоколов № 5 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам, 1-е издание, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 1997.

[АккР 9] Поведение жильцов; Сборник протоколов № 9 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам Фаза II, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 1997.

[АккР 14] Окна пассивного дома; Сборник протоколов № 14, 1-е издание, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 1998.

[АккР 16] Конструирование без тепловых мостов; Сборник протоколов № 16 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам, 1-е издание, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 1999.

[АккР 20] Системы снабжения пассивного дома; Сборник протоколов № 20 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам, 1-е издание, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2000.

[АккР 21] Архитектурные примеры: жилой здание, Сборник протоколов № 21 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам Фаза III, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2002.

[АккР 24] Внедрение технологий пассивного дома при реконструкции старых зданий; Сборник протоколов № 24 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам Фаза III, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2003.

[АккР 25] Дифференциация температур в квартире, Сборник протоколов № 25 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам Фаза III, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2003.

[АккР 26] Новое инженерное оборудование пассивного дома с тепловыми насосами; Сборник протоколов № 26 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам Фаза III, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2004 г.

[АккР 27] Теплопотери через грунт, Сборник протоколов № 27 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам Фаза III, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2004.

[АккР 29] Конструкции крыши с массивной теплоизоляцией, Рабочая группа по малозатратным пассивным домам Фаза III, сборник протоколов № 29. Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2005.

[АккР 30] Вентиляция при реконструкции имеющихся зданий; сборник протоколов № 30 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам Фаза III, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2004 г.

[АккР 32] Фактор 4 также при сложных старых зданиях: компоненты пассивного дома + внутренняя теплоизоляция, Сборник протоколов № 32, Институт пассивного дома, г.

Дармштадт.

[AkkP 33] Школы по стандарту пассивного дома; Сборник протоколов № 33 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам, 1-е издание, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2006 г.

[AkkP 35] Тепловые мосты и проектирование несущих конструкций – границы конструирования без тепловых мостов; Сборник протоколов № 35 Рабочей группы по малозатратным пассивным домам, Фаза IV, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2007

[Bisanz 1999] Бизанц, К.: Расчёт отопительной нагрузки в домах с низким энергопотреблением и в пассивных домах, 1-е издание, г. Дармштадт, январь 1999.

[DIN 1946] DIN 1946 часть 6: Центральная система кондиционирования. Вентиляция жилых помещений. Требования, реализация, приёмка; издательство Beuth Verlag; Берлин 2009 г.

[EN 10077] Коэффициент теплопередачи окон

[ISO 7730] DIN EN ISO 7730: Умеренный окружающий климат; издательство Beuth Verlag, г. Берлин 1987 г.

[Kah/Feist 2005] Рентабельность теплоизоляции, Институт пассивного дома, публикация в интернете на странице www.passiv.de

[Peper 1999] Пепер, Сёрен: Проектирование воздухопроницаемости для пассивных домов. Техническая информация ИПД 1999/6, SERNEUS информация по проекту № 7, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 1999.

[Feist 2007] Файст, В.: Пассивные дома на практике, Календарь строительной физики 2007 г., издательство Ernst&Sohn, г. Берлин 2007 г.

[PHPP 6.1] Файст, В.; Пфлюгер, Р.; Кауфман, Б.; Шниидерс, Й.; Каа, О.: Пакет проектирования пассивного дома 6.1, Институт пассивного дома, г. Дармштадт 2011

[IBO 2008] IBO (Австрийский институт строительной биологии и экологии) Издатель Вальтхен Тобиас (руководитель проекта); Авторы раздела Техника: В.Покорны, Т.Цельгер, К.Торгеле. Статьи В. Файст, С.Пепер, Й.Шниидерс. Авторы раздела Экология: Х.Мётцель, Б.Бауер, П.Боогманн, Г. Роорэггер, У.Унцайтиг, Т.Цеглер. Консультанты: Ф.Кальвода, Й.Зайдель, Х. Геца Амброци, В.Люггин. Каталог элементов конструкций пассивного дома, конструкции, хорошо зарекомендовавшие себя с точки зрения экологии. Шпрингер Вена Нью-Йорк. Второе дополненное издание г. Вена 2008 г. ISBN 978-3-211-29763-6

Дополнительные краткие отчёты и специализированная литература на тему пассивный дом опубликованы в интернете на сайте: <http://www.passiv.de/>