



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

Сборник задач и тестовых заданий по дисциплине

«Энергоресурсосбережение в жилищном строительстве»

Автор
Миненко Е.Н.



Ростов-на-Дону, 2021

Аннотация

Сборник задач и тестовых заданий предназначены для студентов заочной форм обучения направления подготовки 08.04.01 «Строительство», магистерская программа «Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертизы объектов недвижимости».

Автор

К.т.н., доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство»
Миненко Е.Н.





Оглавление

1 Энергия. Энергоресурсосбережение. Энергоэффективность. Основные термины и определения	4
2 Оценка энергетической эффективности зданий	4
3 Тепловая защита ограждающих конструкций здания	7
4 Тестовые задания	10
5 Примеры решения задач по оценке энергетической эффективности здания	17
6 Примеры решения задач на определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	28

1 ЭНЕРГИЯ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1 Дайте определение терминам «энергия», «энергетический ресурс», «энергосбережение», «энергоресурсосбережение», «энергоэффективность», «вторичные энергетические ресурсы».

1.2 Охарактеризуйте основные виды энергии.

1.3 Назовите преимущества и недостатки возобновляемых и не возобновляемых источников энергии.

1.4 Какие виды энергетических ресурсов относятся к первичным?

1.5 Какие из указанных ниже энергетических ресурсов относятся к первичным не возобновляемым источникам: нефть; ветровая энергия; пар; ядерное топливо; биомасса; горючий сланец; каменный уголь; древесина; энергия приливов и отливов?

1.6 Обоснуйте важность энергосбережения в строительной сфере.

1.7 Расскажите о причинах и последствиях первых энергетических кризисов на планете.

1.8 Приведите примеры энергосберегающих решений, используемых в строительстве, на этапе проектирования, строительства и эксплуатации здания.

1.9 Расскажите о перспективах применения возобновляемых источников энергии на территории Ростовской области.

2 ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

2.1 Какие показатели характеризуют уровень энергетической эффективности зданий в России?

2.2 В чем заключается различие показателей «класс энергосбережения» и «класс энергетической эффективности»?

2.3 Какие нормативные документы регламентируют требуемый расход энергетических ресурсов в РФ на этапе проектирования и эксплуата-

ции?

2.4 Определите нормируемую (базовую) удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного 4-этажного жилого дома, проектируемого в г. Азове Ростовской области.

2.5 Определите нормируемую (базовую) удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного 17-этажного жилого дома, проектируемого в г. Казани.

2.6 Определите нормируемую (базовую) удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного 10-этажного жилого дома, проектируемого в г. Тверь.

2.7 Определите нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 1-этажной поликлиники в г. Саранск;
- б) 3-хэтажный пансионат в г. Новосибирск;
- в) 1-этажное жилое индивидуальное здание в г. Батайск;
- г) здание 1-этажной гостиницы в г. Саратов;
- д) 2-этажное жилое здание (таунхаус) в г. Астрахань.

2.8 Определите класс энергосбережения проектируемого здания 4-этажной гостиницы площадью 3050 м^2 , если значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию равно $0,114 \text{ Вт/м}^3 \times ^\circ\text{C}$.

2.9 Определите класс энергосбережения проектируемого многоквартирного жилого 2-этажного дома площадью 205 м^2 , если значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию равно $0,244 \text{ Вт/м}^3 \times ^\circ\text{C}$.

2.10 Определите класс энергосбережения проектируемого здания пансионата в 5 этажей площадью 3450 м^2 , если значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию равно $0,162 \text{ Вт/м}^3 \times ^\circ\text{C}$.

2.11 Определите класс энергетической эффективности 17 этажного многоквартирного жилого эксплуатируемого дома, расположенного в г. Ростове-на-Дону, площадью 12980 м², если значение фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и общедомовые нужды равно 293 кВт·ч/м².

2.12 Определите класс энергетической эффективности 9 этажного многоквартирного жилого эксплуатируемого дома, расположенного в г. Сочи, площадью 8980 м², если значение фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и общедомовые нужды равно 315 кВт·ч/м².

2.13 Определите значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома в 2 этажа площадью 185 м², при котором класс энергосбережения здания «А++» - очень высокий.

2.14 Определите значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (17 этажей) площадью 11250 м², при котором класс энергосбережения здания «В» - высокий.

2.15 Определите значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (20 этажей) площадью 12250 м², при котором класс энергосбережения здания «С+» – нормальный.

2.16 Каким должен быть фактический удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном 9-этажном жилом доме 2009 г. постройки, расположенном в г. Санкт-Петербург, если класс энергетической эффективности объекта – «В» высокий.

2.17 Каким должен быть фактический удельный годовой расход энер-

гетических ресурсов в многоквартирном 21-этажном жилом доме 2018 г. постройки, расположенном в г. Уфа, если класс энергетической эффективности объекта – «А+» высочайший.

2.18 Каким должен быть фактический удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном 5-этажном жилом доме 2012 г. постройки, расположенном в г. Тула, если класс энергетической эффективности объекта – «А++» высочайший.

3 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

3.1 Дайте определение терминам «тепловая защита здания», «теплозащитная оболочка здания», «микроклимат здания», «сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций», «кратность воздухообмена», «инfiltrация воздуха», «допустимые параметры микроклимата», «оптимальные параметры микроклимата», «энергетический паспорт здания».

3.2 Перечислите требования, предъявляемые к проектированию ограждающих конструкций здания.

3.3 Перечислите источники теплоступлений и тепловых потерь в здании в зимний и летний периоды.

3.4 Как можно повысить сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций?

3.5 Что такое отапливаемый объем здания? Как он рассчитывается?

3.6 На что влияет коэффициент компактности здания? Как его увеличить/уменьшить?

3.7 Как определить влажностный режим помещений? На что он влияет?

3.8 Перечислите оптимальные параметры микроклимата жилых зданий.

3.9 Перечислите требования, которым должна отвечать теплозащитная оболочка здания.

3.10 Рассчитайте градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты следующих объектов:

- а) 7-этажная гостиница в г. Ярославль;
- б) 10-этажный МКД в г. Нижний Новгород;
- в) 2-этажный дом престарелых в г. Тамбов;
- г) 1-этажный детский сад в г. Самара;
- д) 3-х этажный индивидуальный жилой дом в г. Ростове-на-Дону.

3.11 Определите значение сопротивления наружной многослойной стены жилого дома, выполненной из пустотелого кирпича облицовочного ($\rho=1400 \text{ кг/м}^3$) толщиной $\delta_1=0.12 \text{ м}$ ($\lambda_{A1}= 0.58 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$), плит из стекловолокна толщиной $\delta_2=0.1 \text{ м}$ ($\lambda_{A2}=0.037 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$), и газобетонных блоков D500 толщиной $\delta_3=0.4 \text{ м}$ ($\lambda_{A3}=0.11 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$). Здание расположено в г. Ростове-на-Дону.

3.12 Рассчитайте сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции жилого здания и проверить выполнение поэлементного теплотехнического требования согласно условиям (а) п. 5.1 СП 50.13330.2012. Место расположения здания, тип и состав ограждающей конструкции, а также условия ее эксплуатации принять по данным таблицы:

Место расположения объекта	Состав ограждающей конструкции	Влажность помещения	Температура внутреннего воздуха в помещении
г. Тверь	Наружная стена, состоящая из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10 мм; кладки из кирпича керамического– 380 мм	56 %	21° С

3.13 Рассчитайте сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции жилого здания и проверить выполнение поэлементного теплотехнического требования согласно условиям (а) п. 5.1 СП 50.13330.2012. Место расположения здания, тип и состав ограждающей конструкции, а также условия ее эксплуатации принять по данным таблицы:

Место расположения объекта	Состав ограждающей конструкции	Влажность помещения	Температура внутреннего воздуха в помещении
г. Краснодар	Чердачное перекрытие, состоящее из ж/б плиты – 220 мм, слоя утеплителя каменная (базальтовая) вата – 40 мм и внутренней штукатурки цементно-песчаной – 15 мм	59 %	20° С

3.14 Рассчитайте сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции жилого здания и проверить выполнение поэлементного теплотехнического требования согласно условиям (а) п. 5.1 СП 50.13330.2012. Место расположения здания, тип и состав ограждающей конструкции, а также условия ее эксплуатации принять по данным таблицы:

Место расположения объекта	Состав ограждающей конструкции	Влажность помещения	Температура внутреннего воздуха в помещении
г. Нижний Новгород	Покрытие из ж/б плиты – 220 мм, слоя утеплителя базальтовая вата – 60 мм и внутренней штукатурки цементно-песчаной – 20 мм	61 %	21° С

3.15 Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10 мм и кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – г. Москва, тип здания – жилое, влажностный режим помещения – нормальный.

3.16 Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 20 мм и кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Волгоград, тип здания – жилое, влажностный режим помещения - нормальный.

3.17 В чем заключается поэлементное требование тепловой защиты здания?

3.18 В чем заключается комплексное требование тепловой защиты здания?

3.19 Что такое «мостики холода» и как их можно избежать при проектировании тепловой защиты здания?

3.20 В чем заключается методика расчета энергетического паспорта здания?

4 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Класс энергоэффективности здания - это

А) показатель, который оценивает насколько эффективно здание расходует тепловую и электрическую энергию в процессе эксплуатации;

Б) обобщающая характеристика энергоэффективности зданий, определяемая по отклонению удельного расхода тепловой энергии на отопление от нормируемого;

В) показатель, который оценивает насколько эффективно здание расходует тепловую и электрическую энергию на этапе проектирования.

2. Верно ли следующее утверждение: «Здание классом энергосбережения А+ потребляет на 50-60% меньше энергии чем «среднее» здание в данном регионе при аналогичных условиях».

А) да

Б) нет

3. Величина отклонения значения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, равная, 35 % соответствует классу энергетической эффективности:

А) В+;

Б) С;

В) В;

Г) F

4. Здание классом энергетической эффективности В «высокий» потребляет на 30-40% меньше энергии чем «среднее» здание в данном регионе при аналогичных условиях»

А) да;

Б) нет

5. Отклонение расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, равное - 45 % соответствует классу энергосбережения здания:

- А) А+
- Б) В
- В) А
- Г) С

6. Застройщик обеспечивает подтверждение класса энергетической эффективности в ходе эксплуатации здания инструментально-расчетным методом:

- А) не реже 1 раза в 5 лет;
- Б) в течение первых 10 лет;
- В) в течение первых 3 лет.

7. Требование энергетической эффективности не является обязательным для:

- А) памятников истории и культуры;
- Б) многоквартирных жилых домов, построенных после 2009 г.;
- В) аварийных и ветхих зданий;
- Г) зданий площадью менее 30 м².

8. Кто контролирует соответствие класса энергетической эффективности МКД при вводе объекта в эксплуатацию?

- А) застройщик;
- Б) орган государственной жилищной инспекции;
- В) органы строительного контроля;
- Г) органы строительного надзора;
- Д) проектировщик;
- Е) органы экспертизы проектной документации

9. Для выполнения требований тепловой защиты здания достаточно соблюдения поэлементных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче отдельных ограждающих конструкций

- А) да;
- Б) нет

10. Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций здания должно быть не больше норми-

руемых значений:

- А) да;
- Б) нет

11. Какой класс энергосбережения зданий согласно таблице 15 СП 50.13330.2012 имеет наименование нормальный?

- А) А+;
- Б) В;
- В) С;
- Г) D

12. По какой формуле рассчитываются градусо-сутки отопительного периода, °С•сут/год?

- А) $GCOП = (t_B - t_H) \cdot Z_{OT}$;
- Б) $GCOП = (t_H Z_{OT}) - t_B$;
- В) $GCOП = (t_B Z_{OT}) - t_H$

13. Чему равно значение температуры воздуха наиболее холодной пятидневки для г. Ростова-на-Дону обеспеченностью 0.92 согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»?

- А) -22°C;
- Б) -19°C;
- В) - 9°C

14. При каком значении среднесуточной температуры наружного воздуха осуществляется работа системы центрального отопления?

- А) $< 8 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Б) $\leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$;
- В) $< 10 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Г) $\leq 10 \text{ }^\circ\text{C}$

15. При каком варианте утепления конструкции наружной стены удастся избежать воздействие эффекта точки росы на несущий слой?

- А) размещение утеплителя на внешней поверхности стены
- Б) размещение утеплителя на внутренней поверхности стены
- В) размещение утеплителя внутри стены

16. Перечислите основные факторы, влияющие на энергопотребление здания:

- А) местоположение

- Б) объемно-планировочные решения
- В) время суток
- Г) теплозащитные характеристики ограждающих конструкций здания
- Д) состояние инженерных систем
- Е) погодные условия

17. Как присваивается класс энергоэффективности при вводе зданий в эксплуатацию здания: по показаниям приборов учета (счетчиков тепловой энергии, электроснабжения)

18. Сколько лет составляет гарантийный срок сохранения показателей энергопотребления для зданий, имеющих класс энергосбережения «В», «А», «А+» и «А++»?

- А) 5 лет;
- Б) 10 лет;
- В) 15 лет

19. От каких параметров проектируемого здания зависит требуемое (нормируемое) значение расхода энергетических ресурсов:

- А) местонахождение;
- Б) отапливаемый объем;
- В) этажность;
- Г) назначение объекта

20. Рекуперация – это...

- А) поступление в помещение наружного воздуха через неплотности наружных ограждений под влиянием гравитационного и ветрового давлений, обеспечивающее естественный воздухообмен в помещении;
- Б) возврат тепла в системе вентиляции из удаляемого воздуха для нагрева поступающего более холодного воздуха;
- В) участок ограждающей конструкции здания, имеющий пониженное термическое сопротивление

21. Способы устранения мостиков холода:

- А) герметизация оконных и дверных блоков;
- Б) создание непрерывного слоя наружной теплоизоляции;
- В) устройство вентиляции с рекуперацией тепла;
- Г) избегание металлических и высокотеплопроводных элементов в стенах

22. Примерами мостиков холода являются:

- А) бетонные элементы в кирпичной или блочной кладке;
- Б) оконные и дверные перемычки;

- В) элементы крепления теплоизоляции (дюбели);
- Г) места опирания балконной плиты и плиты перекрытия

23. Верно ли утверждение: «Ядерное топливо относится к невозобновляемым источникам энергии»

- А) да
- Б) нет

24. К возобновляемым источникам энергии относятся:

- А) нефть;
- Б) ядерное топливо;
- В) биомасса;
- Г) сланец;
- Д) древесина;
- Е) энергия приливов.

25. Принцип работы механической вентиляции с рекуперацией тепла основан на:

- А) инфильтрации холодного воздуха за счет разности давлений;
- Б) обеспечении подачи в помещение свежего воздуха и удалении отработанного воздуха из помещения;
- В) заборе тепла из удаляемого отработанного воздуха и его использовании для нагрева поступающего свежего воздуха

26. Распределите виды энергетических ресурсов: нефть, ядерное топливо, биомасса, сланец, пар, древесина, каменный уголь, избыточное давление, биогаз, энергия приливов по группам: первичные, вторичные.

27. Верно ли утверждение: «В работе тепловых насосов применяются возобновляемые источники энергии»

- А) да
- Б) нет

28. Отметьте верные утверждения:

- А) к первичным энергетическим ресурсам относятся природный газ, солнечная энергия, уран;
- Б) энергосервисная компания заинтересована в качественном выполнении работ по энергосбережению, так как окупаемость проекта и полученная прибыль напрямую зависят от размера сэкономленных заказчиком

средств;

В) энергия – это материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования человеком

Г) вторичные энергетические ресурсы – это энергия, получаемая в ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства, применяемая в этом технологическом процессе

29. К энергосберегающим конструктивным мероприятиям в зданиях относятся:

А) утепление стен подвала;

Б) оптимизация этажности застройки;

В) устранение мостиков холода;

Г) разделение зон с различным температурным фоном

30. Какая из представленных геометрических форм характеризуется минимальным соотношением площади поверхности к внутреннему объему:

А) шар;

Б) куб;

В) цилиндр

31. Назовите основные метеорологические характеристики, влияющие на уровень энергетической эффективности строительного объекта:

А) скорость и направление ветра;

Б) интенсивность солнечной радиации;

В) количество инфильтрующегося воздуха;

Г) продолжительность отопительного периода;

Д) температура наружного воздуха в летний и зимний периоды.

32. Перечислите виды утепления фундаментных плит: плавающая плита; и полы по грунту.

33. Влияют ли естественное освещение помещений и инсоляция здания на уровень энергетической эффективности?

А) да

Б) нет

34. Зависят ли трансмиссионные тепловые потери от разницы температур внутри здания и снаружи?

А) да;

Б) нет

35. В какой период года влияние солнечной радиации на тепловой баланс помещений является положительным?

- А) холодный;
- Б) теплый

ОТВЕТЫ на тест:

- | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Вопрос 1 А) | Вопрос 2 А) | Вопрос 3 Г) |
| Вопрос 4 А) | Вопрос 5 В) | Вопрос 6 А) |
| Вопрос 7 А) В) Г) | Вопрос 8 Г) | Вопрос 9 Б) |
| Вопрос 10 Б) | Вопрос 11 В) | Вопрос 12 А) |
| Вопрос 13 Б) | Вопрос 14 Б) | |
| Вопрос 15 А) Г) | Вопрос 16 А) Б) Г) Д) | |
| Вопрос 17 Б) по показаниям приборов учета (счетчиков тепловой энергии, электроснабжения) | Вопрос 18 Б) | |
| Вопрос 19 А) Б) В) | | |
| Вопрос 20 Б) | Вопрос 21 А) Б) Г) | Вопрос 22 А) Б) В) Г) |
| Вопрос 23 А) | Вопрос 24 В) Е) | Вопрос 25 В) |
| Вопрос 26: нефть, биомасса, сланец, древесина, каменный уголь, энергия приливов (пар, избыточное давление, биогаз, ядерное топливо) | | |
| Вопрос 27 А) | Вопрос 28 А)Б) | Вопрос 29 А) |
| Вопрос 30 А) | Вопрос 31 А) Б) Г) Д) | |
| Вопрос 32 плавающая плита; и полы по грунту; | | Вопрос 33 А) |
| Вопрос 34 А) | Вопрос 35 А) | |

5 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ

Задача № 1. Определить нормируемую (базовую) удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного 2-этажного жилого дома, проектируемого в г. Ростове-на-Дону, площадью 175 м².

Решение задачи № 1

Нормируемые значения расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемых объектов установлены в таблицах 13 и 14 СП 50.13330.2012 для многоквартирных и многоквартирных домов соответственно. Т.к. рассматриваемый объект – многоквартирное 2-этажное здание, то используем таблицу 14, в которой находим требуемое значение – 0,414 Вт/(м³ ·°С).

Задача № 2. Определить нормируемую (базовую) удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного 2-этажного жилого дома, проектируемого в г. Ростове-на-Дону, площадью 175 м².

Решение задачи № 2

Нормируемые значения расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемых малоэтажных многоквартирных зданий установлены в таблице 13 СП 50.13330.2012:

Площадь здания, м ²	Число этажей
150	0,496
250	0,434

Методом линейно интерполяции находим нормируемое значение, соответствующее этажности здания 2 и площади – 175 м².

Площадь здания, м ²	Число этажей
150	0,496
175	0,481
250	0,434

В соответствии с требованиями приказа Минстроя № 1550/пр, для вновь создаваемых зданий (в том числе многоквартирных домов), строений, сооружений удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уменьшается:

с 1 июля 2018 г. - на 20 процентов по отношению к удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных жилых многоквартирных и многоквартирных жилых зданий;

с 1 января 2023 г. - на 40 процентов по отношению к удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий многоквартирных и многоквартирных жилых зданий.

Следовательно, установленное по Сп 50.13330.2012 нормируемое значение расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания следует уменьшить на 20 %.

$$0,481 \cdot 0,8 = 0,384 \text{ Вт/м}^3 \times \text{°C}$$

Ответ: нормируемое значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирного 2-этажного жилого дома, проектируемого в г. Ростове-на-Дону, площадью 175 м², равно 0,384 Вт/м³×°C.

Задача № 3. Определите класс энергосбережения проектируемого многоквартирного жилого 9-этажного дома в г. Ростове-на-Дону, если значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию равно 0,244 Вт/м³×°C.

Решение задачи № 3

Класс энергетической эффективности (энергосбережения) зда-

ний устанавливается по величине отклонения проектного, расчетного или фактического значения удельного годового расхода энергетических ресурсов от нормируемого значения. В качестве критерия оценки выступает соотношение вида:

$$\frac{q^{fac}-q^{req}}{q^{req}} \text{ ИЛИ } \frac{q^{des}-q^{req}}{q^{req}},$$

где q^{des} , q^{fact} , q^{req} – это проектное (расчетное), фактическое и нормируемое значение расхода энергетических ресурсов зданием соответственно.

В России нормируемое значение потребности в энергетических ресурсах проектируемых зданий определяется по СП 50.13330.2012 в зависимости от типа здания, его местонахождения, отапливаемого объема и этажности. Для эксплуатируемых зданий в качестве нормируемого значения выступает базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов, отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на общедомовые нужды, многоквартирных жилых домов.

По условиям задачи дано расчетное значение удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию здания. Найдем нормируемое значение по таблицам 13 и 14 СП 50.13330.2012.

Т.к. рассматриваемый объект – многоквартирное 9-этажное здание, то используем таблицу 14, в которой находим требуемое значение – 0,319 Вт/(м³ · °С).

В соответствии с требованиями приказа Минстроя № 1550/пр найденное значение уменьшим на 20 %:

$$0,319 - 20 \% = 0,255 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{С}).$$

Определим величину отклонения расчетного значения от нормируемое значение расхода энергетических ресурсов здания

$$(0,244-0,255)*100/0,255=-4,313.$$

Полученная величина отклонения, равная минус 4,313 соответствует классу энергосбережения – С «нормальный» (по таблице 15 СП 50.13330.2012).

Задача № 4. Каким должен быть фактический удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном 8-этажном жилом доме 2006 г. постройки, расположенном в г. Майкоп, если класс энергетической эффективности объекта – «В» высокий.

Решение задачи № 4

В соответствии с приказом Минстроя России от 6 июня 2016 г. N 399/пр высокому классу энергетической эффективности «В» соответствуют значения отклонения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового, установленного приказом, в диапазоне от минус 30 до минус 40 % включительно.

Определим базовое значение удельного годового расхода энергетических ресурсов для 8-этажного жилого дома. Для этого рассчитаем значение градусо-суток отопительного периода для г. Майкопа по формуле 5.2 СП 50.13330.2012:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от}) \times Z_{от},$$

где $t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха, °С;

$Z_{от}$ – продолжительность отопительного периода, сут/год;

$t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С.

Для жилых зданий в соответствии с ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» оптимальной температурой внутреннего воздуха является температура в диапазоне 20-22 °С. В расчетах принимает температуру 21 °С.

$$ГСОП = (21 \text{ °С} - 2,3 \text{ °С}) \times 148 \text{ сут/год} = 2767,6 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}.$$

Далее по таблице 1 Приказа Минстроя № 399/пр интерполяцией определяем базовое значение равное 206,37 кВт ч/м².

По формуле (1) найдем граничные значения удельного годового расхода энергетических ресурсов, при которых отклонение равно минус 30 %:

$$(X - 206,37) \times 100 \% / 206,37 = - 30 \%, \\ X = 144,46 \text{ кВт ч/м}^2.$$

Аналогично определим граничное значение удельного годового расхода энергетических ресурсов, при котором отклонение равно минус 40 %:

$$(Y - 206,37) \times 100 \% / 206,37 = - 40 \%, \\ Y = 123,82 \text{ кВт ч/м}^2.$$

Следовательно, фактический удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном 8-этажном жилом доме должен находиться в диапазоне от 123,82 до 144,46 кВт ч/м² включительно. Значения удельного годового расхода энергетических ресурсов, попадающие в этот диапазон, обеспечивают достижение зданием класса энергетической эффективности «В».

6 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

Задача № 1. Определить значение сопротивления теплопередачи для конструкции наружной многослойной стены жилого дома, внешний облицовочный слой из пустотелого кирпича ($\rho=1400\text{кг/м}^3$), толщина $\delta_1=0.12\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A1}=0.58\text{Вт/(м}^\circ\text{C)}$, утеплитель плиты теплоизоляционные из стекловолокна толщиной $\delta_2=0.1\text{м}$, коэффи-

коэффициент теплопроводности $\lambda_{A2}=0.037\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$, несущий слой выполнен из газобетонных блоков D500, толщиной $\delta_3=0.4\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A3}=0.11\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$. Здание расположено в г. Ростове-на-Дону.

Решение задачи № 1

Расчётная и средняя температура наружного воздуха за отопительный период, а также продолжительность отопительного периода принимается согласно СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» с обеспеченностью 0.92 %, в нашем случае получаем значение расчётной температуры наружного воздуха, $t_n = -19^{\circ}\text{C}$, среднюю температуру за отопительный период $t_{от} = -0.1^{\circ}\text{C}$ и продолжительность отопительного периода 166 суток.

Расчётную температуру внутреннего воздуха жилого дома, принимаем -20°C в соответствии с ГОСТ 30494. Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания $t_b=20^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха равной 55% влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

$$\text{ГСОП} = (20 - (-0.1)) \cdot 166 = 3336.6^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}$$

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче R_{o}^{TP} исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче(п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

$$R_{o}^{TP}=a\cdot\text{ГСОП}+b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для конструкции наружные стены и типа здания – жилые $a=0.00035$; $b=1.4$.

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое зна-

чение требуемого сопротивления теплопередачи R_{0}^{TP} ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$), для этого в начале необходимо найти значение $R_{0}^{НОРМ}$ сопротивления.

$$R_{0}^{НОРМ} = 0.00035 \cdot 3336.6 + 1.4 = 2.57 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ \text{C} / \text{Вт}.$$

Далее определяем величину R_{0}^{TP} по формуле

$$R_{0}^{НОРМ} = R_{0}^{TP} m_p$$

В нашем случае величина коэффициента m_p равна 1. Следовательно $R_{0}^{TP} = R_{0}^{НОРМ} = 2.57 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ \text{C} / \text{Вт}$.

Расчетное значение сопротивления теплопередаче $R_{0}^{рас}$, ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012:

$$R_{0}^{рас.} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_i R_i + \frac{1}{\alpha_{н}}$$

где $\alpha_{в}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$, принимаемый согласно таблице 4, СП 50.13330.2012 для стен $8.7 \text{ Вт} / (m^2 \cdot ^\circ C)$;

$\alpha_{н}$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$, принимаемый согласно таблице 6, СП 50.13330.2012, для стен $23 \text{ Вт} / (m^2 \cdot ^\circ C)$;

R_i - термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт, определяемое для неветилируемых воздушных прослоек по таблице Е.1, для материальных слоев по формуле

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \gamma_i^{y,э}$$

где δ_i - толщина слоя, м;

λ_i - расчетная теплопроводность материала слоя.

$\gamma_i^{y,э}$ - коэффициент условий эксплуатации материала слоя, в данном случае принят равным единицы.

$$\text{Получаем } R_{0}^{рас} = 1/8.7 + 0.12/0.58 + 0.4/0.11 + 1/23 = 4 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ \text{C} / \text{Вт}.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{0}^{пр}$, ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$) определим по формуле 11 СП 23-101-2004: «Проектирование тепловой защиты

зданий»:

$$R_0^{пр} = R_0^{дас} \cdot r,$$

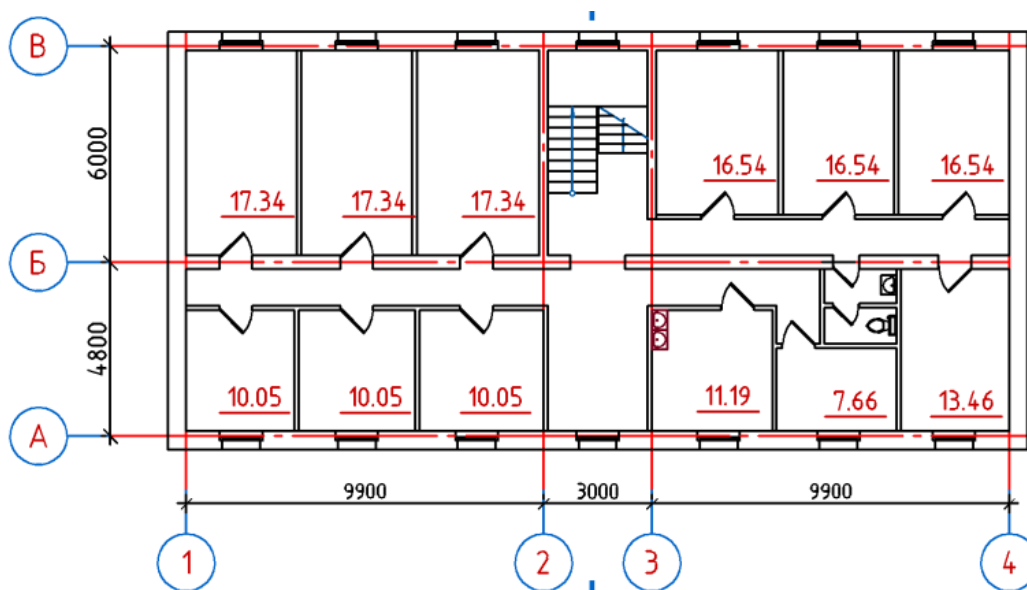
где r -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений $r=0.92$

Тогда

$$R_0^{пр} = 4 \cdot 0.92 = 3.68 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_0^{пр}$ больше требуемого $R_0^{норм}$ ($3.68 > 2.57$) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

Задача 2. Определить значение сопротивления теплопередаче пола по грунту здания, план которого представлен на рисунке:



Решение задачи № 2

План пола по условиям задачи представляет собой прямоугольник (без учета привязки) с размерами 10,8 м×22,8 м. В расчетах можно учесть привязку по осям, тогда размеры пола будут равны:

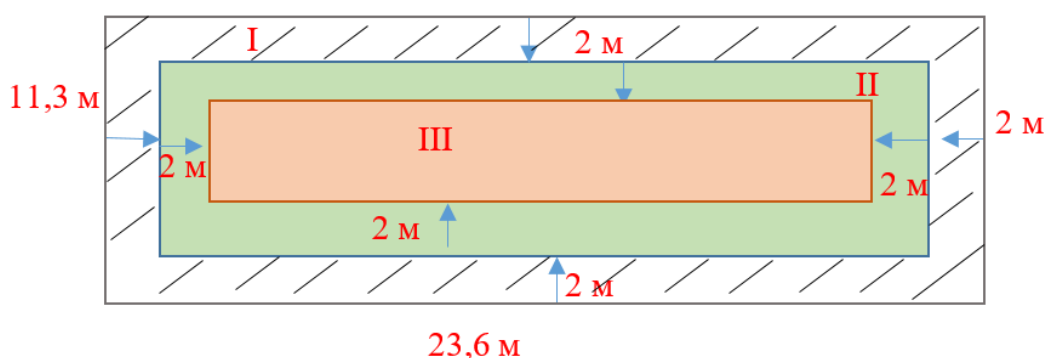
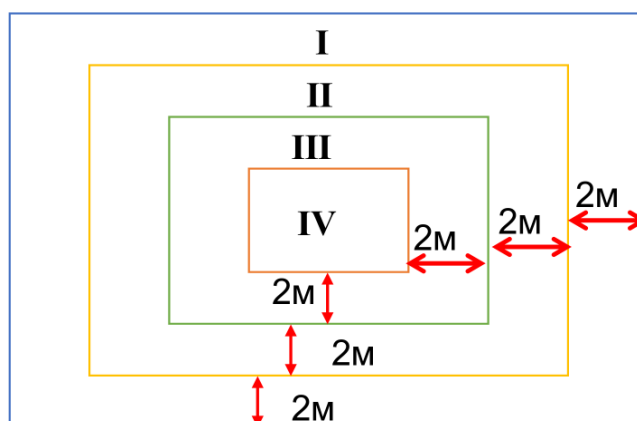
$$22,8 + 0,38 \times 2 = 23,6 \text{ м и } 10,8 + 0,25 \times 2 = 11,3 \text{ м}^1.$$

¹ Толщину стены принимаем равной 380 мм, по горизонтали привязка нулевая, по вертикали принимаем привязку 120 и 250 мм

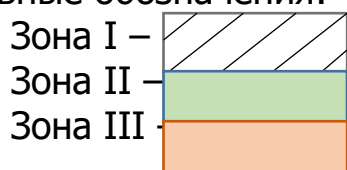
Энергоресурсосбережение в жилищной сфере



Исследования ученых показали, что по мере удаления от края здания (вглубь фундамента) сопротивление теплопередаче возрастает с определенным шагом. Т.е. на плане фундамента можно выделить зоны, в пределах которых сопротивление теплопередаче будут примерно одинаковым. Для формирования зон от каждой стороны фундаментной плиты (по длине и ширине) отступают вглубь фундамента на 2 м.



Условные обозначения:



В рассматриваемом примере, исходя из размеров пола по грунту,

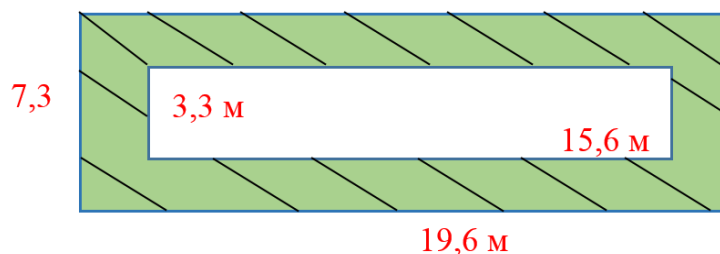
получилось выделить только три зоны. Формирование четвертой зоны невозможно, т.к. ширина внутренней 3-ей зоны составляет 3,3 м (менее 4 м, т.е. отступить по два метра не получится).

Переходим к расчету площадей зон пола по грунту.

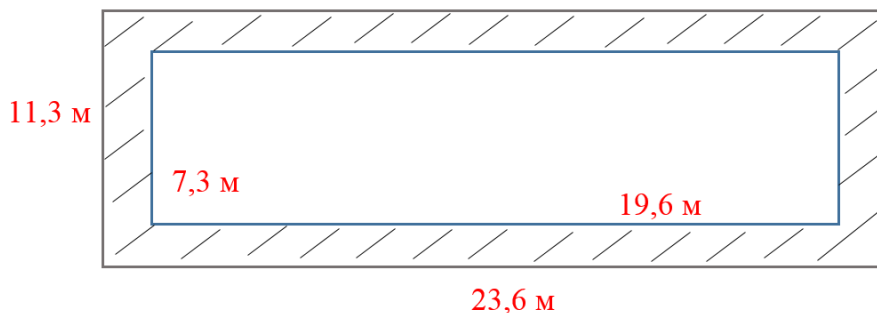
Зона III имеет площадь $3,3 \times 15,6 = 51,48 \text{ м}^2$.



Зона II имеет площадь $7,3 \times 19,6 - 3,3 \times 15,6 = 91,60 \text{ м}^2$.



Зона I имеет площадь $11,3 \times 23,6 - 7,3 \times 19,6 = 123,6 \text{ м}^2$.



Выполним расчет сопротивления теплопередаче пола по грунту:

Номер зоны	$R_{i_f}^{\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}}$ *	Площадь зоны, м^2
Зона I	2,1	51,48
Зона II	4,3	91,6
Зона III	8,6	123,6
Итого:	-	266,68**

*Примечание: * данные значения получены учеными по результатам натурных испытаний и исследований;*

*** полученное значение должно быть равно площади пола $11,3 \times 23,6 = 266,68 \text{ м}^2$.*

Полученные значения подставляем в формулу:

$$R_f = A_f / (A_f^I / R_{yn}^I + A_f^{II} / R_{yn}^{II} + A_f^{III} / R_{yn}^{III} + A_f^{IV} / R_{yn}^{IV})$$

где A_f – общая площадь пола по грунту;

A_f^i – площадь i -зоны пола по грунту;

R_{yn}^i – сопротивление теплопередаче i -зоны пола по грунту;

$$R = 266,68 / (51,48/2,1 + 91,6/4,3 + 123,6/8,6) = 4,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Таким образом, расчетное значение сопротивления теплопередаче пола по грунту равно $R = 4,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Задача № 3. Выполнить расчет сопротивления теплопередаче бесчердачного покрытия. Определить необходимую толщину теплоизоляционного слоя, обеспечивающую выполнение теплотехнических и санитарно-гигиенических требований СП 50.13330.2012

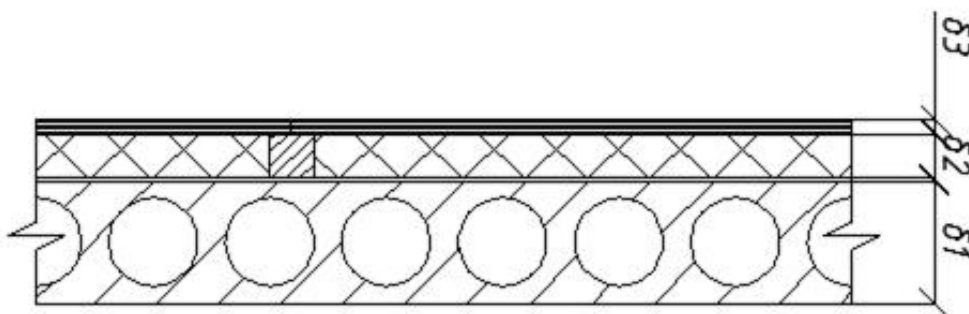


Таблица – Расчетные теплотехнические показатели материала слоев бесчердачного покрытия

№ п/п	Наименование слоя	δ, м	λ, Вт/(м* С)
1	Ж/б плита	0,12	1,92
2	Пенополистерол	??	0,044
3	Известково-песчаная корка	0,02	0,7

Решение задачи № 3

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_o^{\text{норм}} = 0,00045 * 3502,6 + 2,2 = 3,776 \text{ м}^2\text{С/Вт.}$$

Теплотехническое требование выполняется, если $R_o^{\text{пр}} \geq R_o^{\text{норм}}$, т.е.

$$R = (R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_B + R_n) = \frac{\delta_{1\text{слоя}}}{\lambda_{1\text{слоя}}} + \frac{\delta_{2\text{слоя}}}{\lambda_{2\text{слоя}}} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_n} \geq R_o^{\text{норм}}$$

$$\delta_2 \geq (R_o^{\text{норм}} - 1/\alpha_B - \sum \delta_i / \lambda_i - 1/\alpha_n) * \lambda_2 = (3,776 - 1/8,7 - 0,12/1,92 - 0,02/0,7 - 1/23) * 0,044 = (3,776 - 0,115 - 0,063 - 0,029 - 0,043) * 0,044 = 0,155 \text{ м.}$$

Принимаем $\delta_2 = 156 \text{ мм.}$

Пересчитаем и найдем $R_o^{\text{пр}}$, подставив δ_2 в формулу:

$$R_o^{\text{пр}} = 1/\alpha_B + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_n.$$

$$R_o^{\text{пр}} = 1/8,7 + 0,12/1,92 + 0,02/0,7 + 0,156/0,044 + 1/23 = 0,115 + 0,063 + 0,029 + 3,545 + 0,043 = 3,795 \text{ м}^2\text{С/Вт.}$$

$R_o^{\text{пр}} > R_o^{\text{норм}}$ – условие выполняется, следовательно толщина утеплителя должна быть не менее 15,6 см.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 2003-23-02. – М. : Минрегион России, 2012. – 132 с.
2. Приказ Минстроя РФ от 6 июня 2016 года N 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов». – М.: 2016. –15 с.
3. СП 131.13330.2018. Строительная климатология : национальный стандарт Российской Федерации. – М. : Стандартинформ, 2018.
4. Приказ Минстроя РФ от 17 ноября 2017 года N 1550/пр «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений». – М.: 2017. – 8 с.