



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

**Методические указания и задания  
для контрольных работ  
по дисциплине  
«Энергоресурсосбережение в  
жилищном строительстве»**

Автор  
Миненко Е.Н.

Ростов-на-Дону, 2021

## Аннотация

Методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения направления подготовки 08.04.01 «Строительство», магистерская программа «Судебная строительско-техническая и стоимостная экспертизы объектов недвижимости».

## Автор

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





## Оглавление

<b>КРАТКАЯ ТЕОРИЯ</b> .....	<b>18</b>
<b>Практическое задание № 1</b> .....	<b>24</b>
<b>Практическое задание № 2</b> .....	<b>25</b>
<b>Практическое задание № 3</b> .....	<b>28</b>
<b>Практическое задание № 4</b> .....	<b>30</b>
<b>Практическое задание № 5</b> .....	<b>32</b>
<b>Практическое задание № 6</b> .....	<b>34</b>
<b>Практическое задание № 7</b> .....	<b>34</b>
<b>Задания для индивидуальной контрольной работы</b> .....	<b>37</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	<b>47</b>

## КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

**Энергоэффективность** – достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и соблюдении требований к охране окружающей среды [1].

В соответствии с российским и европейским законодательством оценка энергетической эффективности зданий производится:

- при проектировании здания – путем расчета показателей энергетической эффективности здания и заполнения энергопаспорта объекта;
- при вводе законченного строительством/капитальным ремонтом или реконструкцией объекта в эксплуатацию – расчетно-аналитическим методом, на основе фактических данных приборов учета энергетических ресурсов;
- на этапе эксплуатации здания – по результатам энергетического обследования строительного объекта.

В России к показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности, относят:

- показатель удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию для всех типов зданий, строений, сооружений;
- показатель удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды и показатель удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение для многоквартирных домов;
- класс энергетической эффективности зданий.

**Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период** – количество тепловой энергии, необходимое для компенсации теплопотерь здания за отопительный период с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади или к единице отапливаемого объема;

**Класс энергетической эффективности** – характеристика энергосбережения здания, представленная интервалом значений удельного годового потребления энергии на отопление и вентиляцию, в % от базового нормируемого значения [2].

Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период и класс энергосбережения зданий на этапе их проектирования рассчитываются в соответствии с методикой, изложенной в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003».

**Класс энергетической эффективности** многоквартирного дома определяется исходя из сравнения (определения величины отклонения) фактических или расчетных (для вновь построенных, реконструированных и прошедших капитальный ремонт многоквартирных домов) значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов, отражающего удельный расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды (далее - общедомовые нужды), и базовых значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме, при этом фактические (расчетные) значения должны быть приведены к расчетным условиям для сопоставимости с базовыми значениями, в том числе с климатическими условиями, условиями оснащения здания инженерным оборудованием и режимами его функционирования в порядке.

**Фактические значения показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов** определяются на основании показаний общедомовых приборов учета энергетических ресурсов.

В соответствии с частью 3 статьи 12 Федерального закона N 261-ФЗ класс энергетической эффективности многоквартирного дома в процессе эксплуатации устанавливается и подтверждается органом государственного жилищного надзора (далее - ГЖИ) на основании декларации о фактических значениях годовых удельных величин расхода энергетических ресурсов (далее - декларация) путем выдачи акта проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности с указанием класса его энергетической эффективности на момент составления этого акта в порядке, установленном настоящими Правилами (далее - акт о классе энергоэффективности многоквартирного дома). Декларация предоставляется собственниками помещений многоквартирного дома (в случае осуществления непосредственного управления многоквартирным домом) или лицом, осуществляющим управление многоквартирным домом.

Обозначение класса энергетической эффективности многоквартирного дома осуществляется латинскими буквами по шкале от А++ до G по величине отклонения показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового показателя согласно таблице 1.

Таблица 1 – Классы энергосбережения жилых и общественных зданий в России в соответствии с СП 50.13330.2012

Обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого, %	Рекомендуемые мероприятия, разрабатываемые субъектами РФ
<b>При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий</b>			
<b>A++</b>	Очень высокий	Ниже -60	Экономическое стимулирование
<b>A+</b>		От -50 до -60 включительно	
<b>A</b>		От -40 до -50 включительно	
<b>B+</b>	Высокий	От -30 до -40 включительно	Экономическое стимулирование
<b>B</b>		От -15 до -30 включительно	
<b>C+</b>	Нормальный	От -5 до -15 включительно	Мероприятия не разрабатываются
<b>C</b>		От +5 до -5 включительно	
<b>C-</b>		От +15 до +5 включительно	
<b>При эксплуатации существующих зданий</b>			
<b>D</b>	Пониженный	От +15,1 до +50 включительно	Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании
<b>E</b>	Низкий	Более +50	Реконструкция при соответствующем экономическом обосновании, или снос

Энергоэффективность зданий достигается реализацией на практике комплекса мероприятий по энергосбережению.

**Энергосбережение** – это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии [2].

На этапе проектирования применяемые мероприятия по энергосбережению могут быть классифицированы на следующие группы:

- градостроительные;
- объемно-планировочные;
- конструктивные;
- инженерные.

Существенный вклад в достижение зданием высокого уровня энергетической эффективности вносят мероприятия по повышению тепловой защиты ограждающих конструкций здания: стен, перекрытий, покрытий, оконных конструкций (конструктивные мероприятия).

Важной задачей на этапе проектирования строительных объектов является адекватная оценка теплотехнических характеристик ограждающих конструкций здания, при-

менение современных энергоэффективных строительных материалов и конструктивных решений, обеспечивающих заданный уровень расхода тепловой энергии и оптимальные параметры микроклимата внутри помещений.

В соответствии с СП 50.13330.2012 проектирование зданий должно осуществляться в соответствии со следующими требованиями к:

- приведенному сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций здания;
- удельной теплозащитной характеристике здания;
- ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года;
- к тепловой защите зданий для обеспечения оптимального микроклимата в здании, а также необходимой надежности и долговечности конструкций, климатических условий работы технического оборудования при минимальном расходе тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий за отопительный период [3].

Для определения уровня энергетической эффективности уже эксплуатируемого объекта выполняют его энергетическое обследование, тепловизионную съемку, расчет энергопаспорта здания.

**Энергетическое обследование** – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте, подразделяется на два уровня.

**Энергетическое обследование первого уровня** – предварительная оценка потенциала энергосбережения обследуемого предприятия или организации на основе анализа структуры и объема энергозатрат и энергопользования.

**Энергетическое обследование второго уровня** – анализ распределения потребления каждого энергоресурса по основным потребителям (разработка энергетических балансов) и разработка мероприятий по снижению потребления энергоресурсов. На основании анализа баланса потребления энергии оценивают фактическое состояние энергоиспользования, выявляют причины и объемы потерь энергоресурсов; определяют рациональные размеры потребления энергоресурсов в производственных процессах и установках; формулируют требования к совершенствованию системы учета и контроля за потреблением различных видов энергоресурсов.

**Тепловизионное обследование** является эффективным средством оценки теплотехнических свойств ограждающих конструкций здания. Оно проводится при наличии установившегося перепада температур наружного воздуха и воздуха в помещениях. В ходе тепловизионного обследования регистрируются температурные поля на обследуемых поверхностях ограждающих конструкций (ОК) зданий.

Проведение тепловизионной съемки наружной и внутренней поверхностей ОК, позволяет получить термограммы – двумерные изображения обследованных поверхностей, где яркость или цвет соответствует значению температуры, определяемому температурной шкалой термограммы.

Анализ термограмм внутренних и наружных поверхностей ОК совместно с результатами измерений метеоусловий и температуры воздуха в помещениях при наличии проектной документации на обследуемые ОК позволяет выявить дефекты и состояние теплоизоляции ОК.

**Класс энергетической эффективности** эксплуатируемого многоквартирного дома определяется на основе таблицы 2 исходя из сравнения (определения величины отклонения) фактических или расчетных (для вновь построенных, реконструированных и прошедших капитальный ремонт многоквартирных домов) значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов, отражающего удельный расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды (далее - общедомовые нужды), и базовых значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме [6].

Таблица 2 – Классы энергетической эффективности в соответствии с правилами определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения значения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня, %
A++	Высочайший	- 60 включительно и менее
A+	Высочайший	от - 50 включительно до - 60
A	Очень высокий	от - 40 включительно до - 50
B	Высокий	от - 30 включительно до - 40
C	Повышенный	от - 15 включительно до - 30
D	Нормальный	от 0 включительно до - 15
E	Пониженный	от + 25 включительно до 0
F	Низкий	от + 50 включительно до + 25
G	Очень низкий	более + 50

Удельный годовой расход энергетических ресурсов построенных и введенных в эксплуатацию многоквартирных домов подтверждается не позднее, чем за 3 месяца до истечения 5 лет со дня ввода многоквартирного дома в эксплуатацию. Для многоквартирных домов наивысших классов энергетической эффективности (B, A, A+, A++) удельный годовой расход энергетических ресурсов дополнительно подтверждается не позднее, чем за 3 месяца до истечения 10 лет со дня ввода многоквартирного дома в эксплуатацию.

Класс энергетической эффективности многоквартирного дома в процессе эксплуатации подтверждается не позднее, чем за 3 месяца до истечения 5 лет со дня выдачи акта о классе энергоэффективности многоквартирного дома. Класс энергетической эффективности многоквартирного дома подтверждается по решению собственников помещений многоквартирного дома или по инициативе лица, осуществляющего управление многоквартирным домом. Класс энергетической эффективности многоквартирного дома подтверждается не чаще одного раза в год.

Требования энергетической эффективности не распространяются на следующие здания, строения, сооружения:

- 1) культовые здания, строения, сооружения;
- 2) здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесены к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры);
- 3) временные постройки, срок службы которых составляет менее чем два года;
- 4) объекты индивидуального жилищного строительства, садовые дома;
- 5) строения, сооружения вспомогательного использования;
- 6) отдельно стоящие здания, строения, сооружения, общая площадь которых составляет менее чем пятьдесят квадратных метров;
- 7) иные определенные Правительством Российской Федерации здания, строения, сооружения.

Не допускается ввод в эксплуатацию зданий, строений, сооружений, построенных, реконструированных, прошедших капитальный ремонт и не соответствующих требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов.

Застройщики обязаны обеспечить соответствие зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов путем выбора оптимальных архитектурных, функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений и их надлежащей реализации при осуществлении строительства, реконструкции, капитального ремонта.

Проверка соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляется органом государственного строительного надзора при осуществлении государственного строительного

надзора. В иных случаях контроль и подтверждение соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности и требованиям оснащенности их приборами учета используемых энергетических ресурсов осуществляются застройщиком.

Собственники зданий, строений, сооружений, собственники помещений в многоквартирных домах обязаны обеспечивать соответствие зданий, строений, сооружений, многоквартирных домов установленным требованиям энергетической эффективности и требованиям их оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов (за исключением требований, обеспечение выполнения которых в соответствии с настоящим Федеральным законом возложено на других лиц) в течение всего срока их службы путем организации их надлежащей эксплуатации и своевременного устранения выявленных несоответствий.

В случае выявления факта несоответствия здания, строения, сооружения или их отдельных элементов, их конструкций требованиям энергетической эффективности и (или) требованиям их оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов, возникшего вследствие несоблюдения застройщиком данных требований, собственник здания, строения или сооружения, собственники помещений в многоквартирном доме вправе требовать по своему выбору от застройщика безвозмездного устранения в разумный срок выявленного несоответствия или возмещения произведенных ими расходов на устранение выявленного несоответствия. Такое требование может быть предъявлено застройщику в случае выявления указанного факта несоответствия в период, в течение которого согласно требованиям энергетической эффективности их соблюдение должно быть обеспечено при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте здания, строения, сооружения.

Для рационализации использования энергетических ресурсов на этапе эксплуатации зданий применяются различные мероприятия, описанные на рисунке 3.

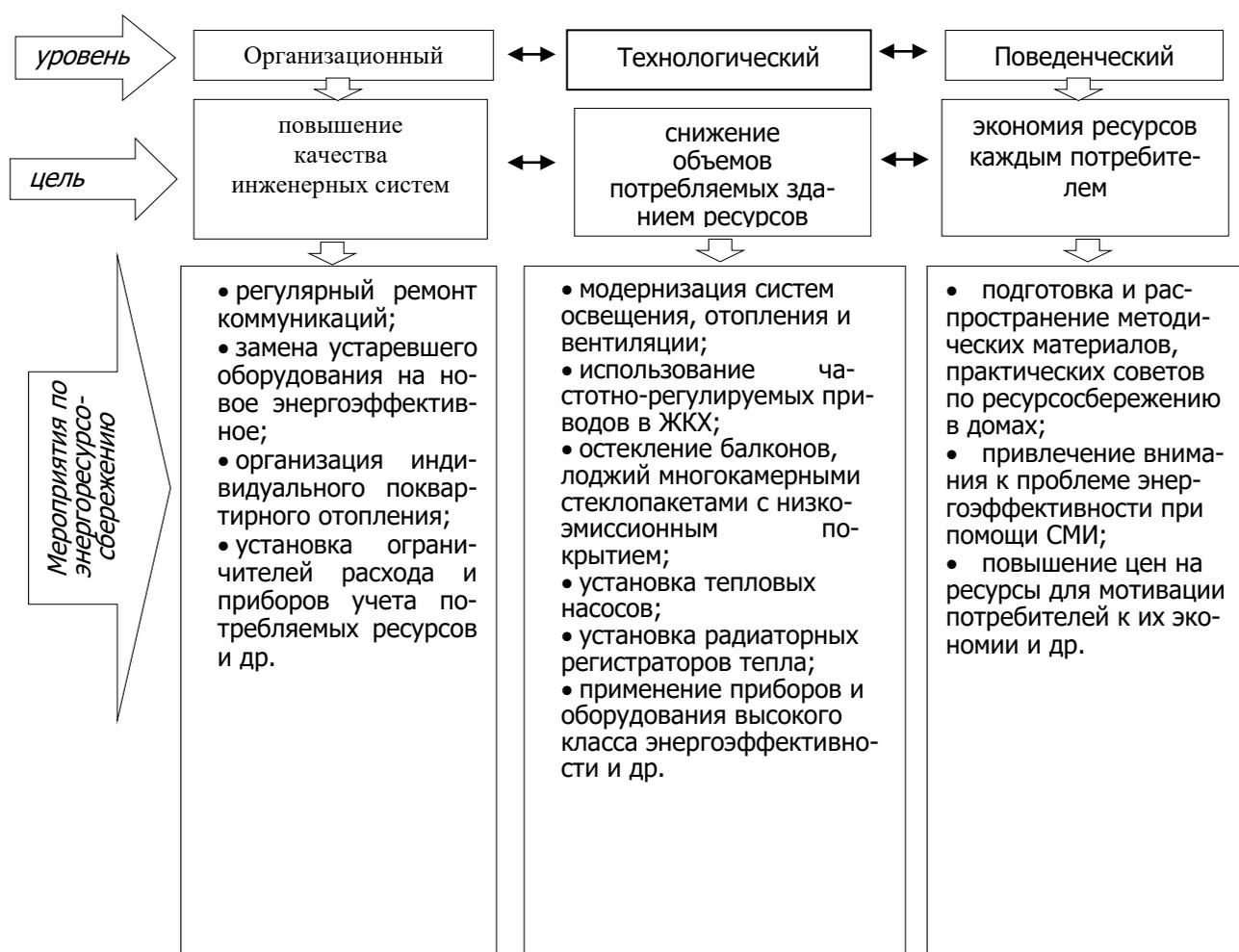


Рисунок 3 – Классификация мероприятий по энергосбережению на этапе эксплуатации

С целью определения уровня энергетической эффективности зданий, строений и сооружений, выполняют энергетическое обследование (энергоаудит).

**Энергетическое обследование** – комплексное исследование здания, в ходе которого определяются:

- фактическое потребление энергии (тепловой и электрической);
- параметры внутреннего климата;

- состояние технических систем и ограждающих конструкций, другие факторы, влияющие на потребление энергии;
- возможности энергетической модернизации.

Порядок проведения энергетических обследований определяется Федеральным законом №261-ФЗ.

**Энергоаудит МКД включает следующие мероприятия:**

- энергетическое обследование многоквартирного дома посредством тепловизионной съемки, сбора статистической информации, измерений;
- опрос и анкетирование участников процесса производства / потребления энергоресурса;
- изучение сопутствующей нормативной базы, руководящих документов и инструкций на предприятии;
- оценка качества материалов конструкций, применяемых при постройке дома;
- расчет экономической эффективности внедрения организационных предложений/инвестиций в энергосберегающие технологии (устройства);
- анализ полученной информации, составления выводов;
- разработку теплового баланса МКД и мероприятий для повышения энергоэффективности здания;
- составления отчёта, содержащего результаты проведенного энергоаудита, оценку потенциального объёма экономии и рекомендации.

Проведение энергетического обследования осуществляют центры энергетической эффективности, являющиеся членами СРО в области энергетического обследования.

**Объекты энергетического обследования:**

- административные здания;
- промышленные объекты;
- многоквартирные дома;
- общественные здания.

В отношении жилых зданий энергетическое обследование проводится обязательно 1 раз в 5 лет управляющими компаниями, если (п.1 ст.16 ФЗ №261):

- многоквартирные дома вводятся в эксплуатацию после вступления в силу ФЗ №261 от 27.11.2009 г.;
- многоквартирные дома прошли реконструкцию либо капитальный ремонт (п.6 ст.11 ФЗ №261);
- УК превышена предельная величина совокупных затрат на приобретение энергоресурсов (на приобретение природного газа, теплоэнергии, угля и электроэнергии).

Максимальная величина совокупных затрат указана в Постановлении Правительства РФ №818 от 16.08.2014 г. «Об установлении объема энергетических ресурсов в стоимостном выражении для целей проведения обязательных энергетических обследований» и составляет 50 млн. рублей. Следовательно, если совокупная сумма расходов УК за календарный год превысит 50 млн. рублей, такая компания должна обязательно провести энергетическое обследование (пп.5 п.1 ст.16 ФЗ №261).

В остальных случаях энергетическое обследование является добровольным.

## Практическое задание № 1

### Расчет градусо-суток отопительного периода

#### Порядок расчета:

1. Определение основных климатических характеристик района строительства, необходимых для расчета энергетического паспорта объекта и проектирования его тепловой защиты;
2. Расчет отклонения температур внутреннего и наружного воздуха на протяжении всего отопительного периода.

#### Теоретический материал

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) указывают на дельту температур между помещением и улицей на протяжении всего сезона.

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяют по формуле 5.2 СП 50.13330.2012:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \times z_{\text{от}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С;

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

$z_{\text{от}}$  – продолжительность отопительного периода, сут/год.

Расчетная температура внутреннего воздуха здания ( $t_{\text{в}}$ ), принимается при расчете ограждающих конструкций различных групп зданий, указанных в таблице 3 СП 50.13330.2012:

- для жилых зданий  $t_{\text{в}}$  принимается равной значениям оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 20-22 °С);
- для общественных зданий – согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16-21 °С);
- для промышленных зданий – по нормам проектирования соответствующих зданий.

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период принимается по своду правил СП 131.13330.2012 для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для жилых зданий, а при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых не более 10 °С [3].

Продолжительность отопительного периода  $z_{\text{от}}$  принимается по своду правил СП 131.13330.2012 для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для жилых зданий, а при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых не более 10 °С.

#### Пример решения практического задания №1

**Условие:** выполнить расчет градусо-суток отопительного периода для города Ростова-на-Дону; тип здания – жилое.

#### **Решение:**

1. По таблице 3 СП 131.13330.2012 находим расчетные характеристики наружного воздуха и продолжительности отопительного периода для г. Ростова-на-Дону Ростовской области.

Таблица 3 – Расчетные условия для г. Ростова-на-Дону

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°С	-0,1
Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	Сут/год	166
Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°С	21

2. По формуле 5.2 СП 50.13330.2012 определяем значение градусо-суток отопительного периода:

$$ГСОП = (t_{в}-t_{от}) \times Z_{от} = (21 - (-0,1)) \times 166 = 3502,6 \text{ } ^\circ\text{С} \cdot \text{сут/год.}$$

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 2

### Определение нормируемого значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий

#### Порядок расчета:

1. Определение наружных климатических параметров по СП 131.13330.2012 Строительная климатология;
2. Расчет величины градусо-суток отопительного периода;
3. Установление нормируемых значений сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций (наружных стен, покрытий, чердачных и цокольных перекрытий, окон и фонарей, наружных дверей и ворот) по таблице 3 СП 50.13330.2012.

#### Теоретический материал

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,  $R$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$  – это тепло-технический коэффициент, характеризующий уровень теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций.

Чем больше сопротивление теплопередаче конструкции, тем выше ее теплоизоляционные свойства, т.е. тем меньший тепловой поток, проходит через эту конструкцию и меньше потери тепла через нее.

Физический смысл сопротивления теплопередаче:

- численное значение  $R$  показывает количество квадратных метров поверхности ограждающей конструкции, через которые проходит тепловая энергия мощностью 1 Ватт при перепаде температур у поверхностей этой конструкции = 1 °С;
- численное значение  $R$ , также, показывает, какую разницу температур (температурный перепад в °С) у внутренней и наружной поверхностей конструкции обеспечат ее теплозащитные свойства при мощности теплового потока = 1 Ватт, проходящего через 1  $\text{м}^2$  поверхности этой конструкции.

Согласно формуле 5.1 СП 50.13330.2012 нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций равно:

$$R_o^{\text{норм}} = R_o^{\text{ТР}} m_p, \quad (2)$$

где  $R_o^{\text{ТР}}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ ;

$m_p$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства [3].

Допускается снижение значения коэффициента  $m_p$  в случае, если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике приложения Г, представленной в СП 50.13330.2012, выполняются требования п.10.1 СП 50.13330.2012 к данной удельной характеристике. При этом значения коэффициента при этом должны быть не менее:

0,63 – для стен;

0,95 – для светопрозрачных конструкций;

0,8 – для остальных ограждающих конструкций [3].

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции  $R_{0TR}$  определяем по таблице 3 СП 50.13330.2012 в зависимости от градусо-суток отопительного периода и региона строительства.

Таблица 4 – Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций жилых зданий (пример таблицы 3 СП 50.13330.2012)

Здания и помещения, коэффициенты и	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче, (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт, ограждающих конструкций				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
b	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25

Если значение градусо-суток отличается от табличных, указанных в столбце 2, то базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания следует определять по формуле (3):

$$R_{0TR} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (3)$$

где ГСОП- градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год;

a и b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий для граф 3, 4, 5 и 7 (т.е. для стен, покрытий, перекрытий и фонарей).

Для графы 6 (окон и балконных дверей, витражей, витрин), значения коэффициентов a и b равны:

- для интервала до 6000 °С·сут/год: a=0,000075 и b=0,15;
- для интервала 6000-8000 °С·сут/год: a=0,00005 и b= 0,3;
- для интервала 8000 °С·сут/год и более: a=0,000025 и b=0,5 [3].

Например, для стен жилого здания базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции равно:

$$R_{0TR \text{ стен}} = 0,00035 \cdot \text{ГСОП} + 1,4$$

для перекрытий чердачных:

$$R_{0TR \text{ пер.черд}} = 0,00045 \cdot \text{ГСОП} + 1,9$$

для покрытий жилого здания равно:

$$R_{0TR \text{ покр}} = 0,0005 \cdot \text{ГСОП} + 2,2.$$

Для входных дверей и ворот жилого здания нормируемое значение сопротивления теплопередаче должно быть не менее 0,6 сопротивления стен зданий, рассчитываемого по формуле (А.4):

$$R_{o}^{норм} = (t_{в} - t_{н}) / (\Delta t^{н} \cdot \alpha_{в}), \quad (A.4)$$

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

$t_{н}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330;

$\Delta t^{н}$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимаемый по таблице 5 СП 50.13330.2012;

$\alpha_{в}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012 [3].

### Пример решения практического задания № 2

**Условие:** Определить нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций: стен, оконных блоков и входных дверей жилого здания, расположенного в г. Краснодар.

#### **Решение:**

1. Определим градусо-сутки отопительного периода

Таблица 5 – Расчетные условия для г. Краснодара [4]

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°С	2,5
Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	Сут/год	145
Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°С	21
Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{н}$	°С	-16

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от}) \times z_{от} = (20 - 2,5) \times 145 = 2537,5 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}$$

2. Определим базовое значение сопротивления теплопередаче

Так как полученное значение ГСОП = 2537,5 °С·сут/год отличается от табличных значений, то базовое значение сопротивления теплопередаче определяем по формуле (3), представленной выше.

Для стен базовое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{o}^{тр \text{ стен}} = 0,00035 \cdot 2537,5 + 1,4 = 2,289 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

для оконных блоков:

$$R_{o}^{тр \text{ ок.}} = 0,000075 \times 2537,5 + 0,15 = 0,341 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

Для входных дверей жилого здания нормируемое значение сопротивления теплопередаче в соответствии с формулой (4) должно быть:

$$R_{o}^{тр} \geq 0,6 \times (t_{в} - t_{н}) / (\Delta t^{н} \cdot \alpha_{в}),$$

$$R_{o}^{тр \text{ вх.дв}} \geq 0,6 \times (21 - (-16)) / (4 \times 8,7) \geq 0,638 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

Примечание:  $\Delta t^H$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции для стен жилого здания принимаем равным 4 °С (по таблице 5 СП 50.13330.2012).

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 3

**Выполнить расчет сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции и определить необходимую толщину теплоизоляционного слоя, обеспечивающую выполнение теплотехнических требований СП 50.13330.2012**

#### Порядок расчета:

1. Определение наружных климатических параметров по СП 131.13330.2012 Строительная климатология
2. Расчет величины градусо-суток отопительного периода
3. Установление нормируемых значений сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций ( $R_o^{TP}$ )
4. Определение условий эксплуатации ограждающих конструкций, необходимых для выбора теплотехнических показателей материалов
5. Определение термических сопротивлений отдельных слоев конструкции
6. Определение требуемой толщины слоя теплоизоляции из условия:  $R_o \geq R_o^{TP}$

#### Теоретический материал

Определение требуемой толщины слоя теплоизоляционного материала производят на основе преобразования формулы (5) в формулу (6):

$$R = (R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_B + R_n) = \frac{\delta_{1\text{слоя}}}{\lambda_{1\text{слоя}}} + \frac{\delta_{2\text{слоя}}}{\lambda_{2\text{слоя}}} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (5)$$

$$R_o = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_B} \geq R_o^{TP},$$

$$\delta_n \geq (R_o^{TP} - (\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{\delta_{n-1}}{\lambda_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_B})) \times \lambda_n \quad (6)$$

#### Пример решения практического задания № 3

**Условие:** Определить требуемую толщину теплоизоляции – экструдированного пенополистирола в конструкции стены жилого здания, обеспечивающую достижение элементарного требования тепловой защиты. Влажностный режим помещений здания в холодный период года – нормальный. Место расположение объекта – г. Москва.

Состав конструктивных слоев стены:

- гипсовая штукатурка – 10 мм;
- кладка из керамзитобетонных блоков ( $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ ) – 200 мм;
- экструдированный пенополистирол ( $\rho=40 \text{ кг/м}^3$ );
- кладка на перлитовом растворе камня керамического пустотелого ( $\rho=800 \text{ кг/м}^3$ ) – 80 мм.

#### Решение:

1. Определим наружные климатические параметры территории строительства по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» и ГСОП.

Таблица 6 – Расчетные условия для г. Москвы [4]

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°C	-2,2
Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	Сут/год	205
Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{в}$	°C	21
Расчетная температура наружного воздуха для проектирования теплозащиты	$t_{н}$	°C	-25

$$ГСОП = (t_{в}-t_{от}) \times z_{от} = (21 - (-2,2)) \times 205 = 4756 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}$$

2. Определим базовое значение сопротивления теплопередаче

Так как полученное значение ГСОП = 4756 °C·сут/год отличается от табличных значений, то базовое значение сопротивления теплопередаче определяем по формуле (А.3).

Для стен базовое значение сопротивления теплопередаче равно:

$$R_{o,тр \text{ стен}} = 0,00035 \cdot 4756 + 1,4 = 3,07 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт.}$$

3. Определение условий эксплуатации ограждающих конструкций здания

По таблице 2 СП 50.13330.2012 условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б, так как влажностный режим помещений здания соответствует «нормальному» и зона влажности территории города – 2 «нормальная».

4. Определим термические сопротивления отдельных слоев конструкции наружной стены здания

Таблица 7 – Теплотехнические характеристики конструкции стены

№ слоя	Материал	Толщина слоя, $\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/(м·C)	$R_{\text{слой}}$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт
0	Теплоотдача наружной поверхности ограждающей конструкции – $\alpha_n$	1	23	0,043
1	Кладка на перлитовом растворе камня керамического пустотелого ( $\rho=800 \text{ кг/м}^3$ )	0,08	0,24	0,333
2	Экструдированный пенополистирол ( $\rho=40 \text{ кг/м}^3$ )	?	0,033	?
3	Кладка из керамзитобетонных блоков ( $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ )	0,20	0,48	0,417
4	Гипсовая штукатурка	0,01	0,31	0,032
5	Теплоотдача внутренней поверхности ограждающей конструкции – $\alpha_{в}$	1	8,7	0,115
<b><math>\Sigma</math></b>				<b>0,940</b>

5. По формуле (А.6) выполним расчет требуемой толщины теплоизоляции по условиям тепловой защиты здания:

$$\delta_n \geq (R_o^{тр} - (\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{\delta_{n-1}}{\lambda_{n-1}} + \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_{в}})) \times \lambda_n$$

$$\delta \geq (3,07 - 0,940) \times 0,033 \geq 0,07 \text{ м.}$$

**Вывод:** для обеспечения требуемого уровня тепловой защиты здания, в соответствии с поэлементными требованиями СП 50.13330.2012, необходимо устройство в конструкции наружной стены слоя теплоизоляции – экструдированного пенополистирола теплопроводностью  $0,033 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{С})$  и толщиной не менее 70 мм.

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 4

##### Определить нормируемую (базовую) удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания

##### Порядок расчета:

1. Определение типа здания, выбор справочной таблице, по которой будет определено значение базовой (нормируемой) удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания
2. Определение методом линейной интерполяции искомого значения.

#### Теоретическая часть

Показателем расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого или общественного здания на стадии разработки проектной документации, является удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания численно равная расходу тепловой энергии на 1 м отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в  $1 \text{ }^\circ\text{С}$ .

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания определяется по методике приложения Г СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» с учетом:

- климатических условий района строительства;
- выбранных объемно-планировочных решений;
- ориентации здания;
- теплозащитных свойств ограждающих конструкций;
- принятой системы вентиляции здания и применения энергосберегающих технологий.

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания должно быть меньше или равно нормируемого значения.

Расчетная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление здания может быть снижена за счет:

- изменения объемно-планировочных решений, обеспечивающих наименьшую площадь наружных ограждений, уменьшения числа наружных углов, увеличения ширины зданий, а также использования ориентации и рациональной компоновки многосекционных зданий;
- снижения площади световых проемов жилых зданий до минимально необходимой по требованиям естественной освещенности;
- блокирования зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий;
- устройства тамбурных помещений за входными дверями;
- возможности размещения зданий с меридиональной или близкой к ней ориентацией продольного фасада;
- использования эффективных теплоизоляционных материалов и рационального расположения их в ограждающих конструкциях, обеспечивающего более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений, а также повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений;

- повышения эффективности авторегулирования систем обеспечения микроклимата, применения эффективных видов отопительных приборов и более рационального их расположения;
- выбора более эффективных систем теплоснабжения;
- размещения отопительных приборов, как правило, под светопроемами и теплоотражательной теплоизоляции между ними и наружной стеной;
- утилизации теплоты удаляемого внутреннего воздуха и поступающей в помещение солнечной радиации.

Повышение энергетической эффективности существующих зданий осуществляется при капитальном ремонте, реконструкции, расширении и функциональном переназначении помещений зданий.

Выбирать мероприятия по повышению тепловой защиты при реконструкции зданий рекомендуется на основе технико-экономического сравнения проектных решений увеличения или замены теплозащиты отдельных видов ограждающих конструкций здания (чердачных и цокольных перекрытий, торцевых стен, стен фасада, светопрозрачных конструкций и прочих), начиная с повышения эксплуатационных качеств более дешевых вариантов ограждающих конструкций. Если при увеличении теплозащиты этих видов ограждающих конструкций не удастся достигнуть нормируемого значения удельного расхода энергии, то необходимо дополнительно применять другие, более дорогие, варианты утепления, замены или комбинации вариантов до достижения указанного требования.

При замене светопрозрачных конструкций на энергоэффективные необходимо выполнять условие обеспечения необходимого воздухообмена помещений зданий.

При надстройке здания дополнительным этажом (этажами) и выборе объемно-планировочного решения целесообразнее с энергетической точки зрения применять мансардные этажи, так как они потребляют на 30—40 % меньше тепловой энергии на отопление, чем этажи с вертикальными стенами при одинаковой отапливаемой площади.

#### Пример решения практического задания № 4

**Условие:** Определить нормируемую (базовую) удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания:

- а) жилого многоквартирного 1-этажного дома, площадью 85 м<sup>2</sup>.
- б) жилого 9-этажного дома.

**Решение:**

- а) жилой многоквартирный 1-этажный дом, площадью 85 м<sup>2</sup>.

Так как рассматриваемый объект относится к многоквартирным жилым зданиям, базовую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию будем определять по таблице 13 СП 50.13330.2012.

Таблица 8 – Фрагмент справочной таблицы 13 СП 50.13330.2012

Площадь здания, м <sup>2</sup>	С числом этажей			
	1	2	3	4
50	0,579	-	-	-
100	0,517	0,558	-	-
150	0,455	0,496	0,538	-
250	0,414	0,434	0,455	0,476
400	0,372	0,372	0,393	0,414

Выполним линейное интерполирование удельной характеристики расхода тепловой энергии:

$$\begin{aligned}
 50 \text{ м}^2 - 0,579 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}) & \quad (50-100) - (0,579-0,517) & \quad 50 - 0,062 \\
 & \rightarrow & \rightarrow & \rightarrow \\
 100 \text{ м}^2 - 0,517 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C}) & \quad (100-85) - (0,517- X) & \quad 15 - x \\
 \\
 \rightarrow X = (15 \times 0,062) / 50 = 0,0186 & \quad \rightarrow 0,517 + 0,0186 = 0,536
 \end{aligned}$$

Следовательно, нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания равна  $q_{от}^{TP} = 0,536 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ .

б) жилой 9-этажный дом.

Так как рассматриваемый объект является многоэтажным жилым зданием, то его базовую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию определяем по таблице 14 СП 50.13330.2012.

Таблица 9 – Фрагмент справочной таблицы 14 СП 50.13330.2012

Тип здания	Этажность здания							
	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12 и выше
1 Жилые многоквартирные, гостиницы, общежития	0,455	0,414	0,372	0,359	0,336	0,319	0,301	0,290
2 Общественные, кроме перечисленных в строках 3-6	0,487	0,440	0,417	0,371	0,359	0,342	0,324	0,311
3 Поликлиники и лечебные учреждения, дома-интернаты	0,394	0,382	0,371	0,359	0,348	0,336	0,324	0,311

Для жилого 9-этажного здания значение нормируемой (базовой) удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания равно  $q_{от}^{TP} = 0,319 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$ .

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 5

**Определить базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов, включая суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение многоквартирного жилого дома**

#### Порядок расчета:

1. Определение типа здания, его этажности и значения ГСОП.
2. Определение методом линейной интерполяции или экстраполяции искомого значения согласно таблице 1 [6].

#### Теоретическая часть

Класс энергетической эффективности многоквартирного дома определяется исходя из сравнения (определения величины отклонения) фактических или расчетных (для вновь построенных, реконструированных и прошедших капитальный ремонт многоквартирных домов) значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов, отражающего удельный расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды (далее - общедомовые нужды), и базовых значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме, при этом фактические (расчетные) значения должны быть приведены к расчетным усло-

виям для сопоставимости с базовыми значениями, в том числе с климатическими условиями, условиями оснащения здания инженерным оборудованием и режимами его функционирования.

При установлении базового уровня удельного годового расхода энергетических ресурсов были приняты следующие расчетные условия: температура внутреннего воздуха в квартирах 20°C, заселение 20 м<sup>2</sup> общей площади помещения на одного жителя, что соответствует нормативному воздухообмену 30 м<sup>3</sup>/ч на одного жителя и удельным бытовым внутренним тепlopоступлениям 17 Вт/м<sup>2</sup> общей площади. Минимальный период для подсчета фактического энергопотребления эксплуатируемого многоквартирного дома составляет один год. Фактические значения удельного годового расхода энергетических ресурсов приводятся к расчетным условиям, для чего фактические расходы энергетических ресурсов пропорционально уменьшаются или увеличиваются методом линейной интерполяции от расчетных условий.

### Пример решения практического задания № 5

**Условие:** Определить базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов, включая суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, 9-этажного многоквартирного дома, расположенного в г. Ростов-на-Дону.

#### Решение:

1) Определим ГСОП для заданного района строительства.

По таблице 3 СП 131.13330.2012 находим расчетные характеристики наружного воздуха и продолжительности отопительного периода для г. Ростова-на-Дону Ростовской области.

По формуле 5.2 СП 50.13330.2012 определяем значение градусо-суток отопительного периода:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \times Z_{\text{от}} = (21 - (-0,1)) \times 166 = 3502,6 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}.$$

2) При помощи билинейной интерполяции на основе таблицы 10 получаем значения, соответствующие заданию.

Базовый уровень удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды равен 10,0 кВт·ч/м<sup>2</sup> для многоквартирных домов, оборудованных лифтом. Если дом не оборудован лифтом, базовый уровень удельного годового расхода электрической энергии на общедомовые нужды равен 7 кВт·ч/м<sup>2</sup> и из указанных в таблице показателей следует вычесть 3 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Таблица 10 – Фрагмент справочной таблицы N1 Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов.

Наименование показателя	°C·сут. отопит. периода	Этажность многоквартирного дома					
		2 эт.	4 эт.	6 эт.	8 эт.	10 эт.	>12 эт.
Расход тепловой энергии	2000	215	206	203	201	199	198
на отопление,	3000	228	216	212	208	205	203
вентиляцию, горячее	4000	256	239	234	229	225	223
водоснабжение и	5000	284	263	256	251	245	242
электроэнергии на	6000	312	287	278	272	265	262
общедомовые	8000	370	337	326	317	308	304
нужды*	10000	426	384	370	359	348	342
в том числе	2000	67	56	44	42	40	39
тепловой	3000	100	83	67	63	60	58
энергии на	4000	133	111	89	84	80	78
отопление и	5000	167	139	111	106	100	97
вентиляцию	6000	200	167	133	127	120	117
	8000	253	211	169	160	152	148
	10000	317	264	211	201	190	185

Для 9-этажного многоквартирного дома, расположенного в г. Ростов-на-Дону, базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов составляет 217 кВт·ч/м<sup>2</sup>, в том числе 71.8 кВт·ч/м<sup>2</sup> тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 6

**Определить фактический удельный годовой расход энергетических ресурсов в многоквартирном 8-этажном жилом доме 2006 г. постройки, расположенном в г. Майкоп, при котором класс энергетической эффективности объекта – «В» высокий.**

#### Пример решения практического задания № 6

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:

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

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

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

$t_b$  – 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/м<sup>2</sup>.

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

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

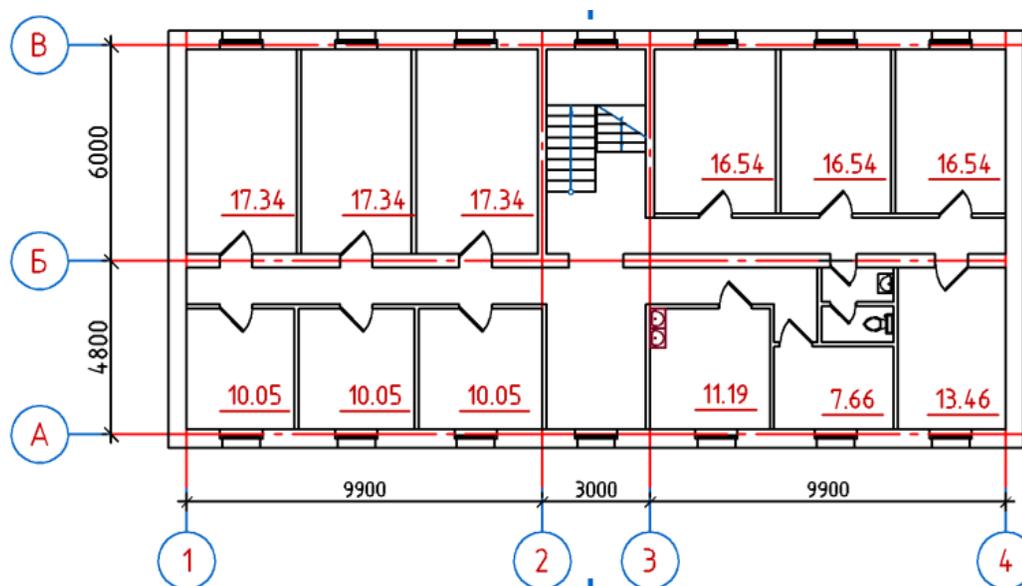
Аналогично определим граничное значение удельного годового расхода энергетических ресурсов, при котором отклонение равно минус 40 %:

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

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/м<sup>2</sup> включительно. Значения удельного годового расхода энергетических ресурсов, попадающие в этот диапазон, обеспечивают достижение зданием класса энергетической эффективности «В».

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 7

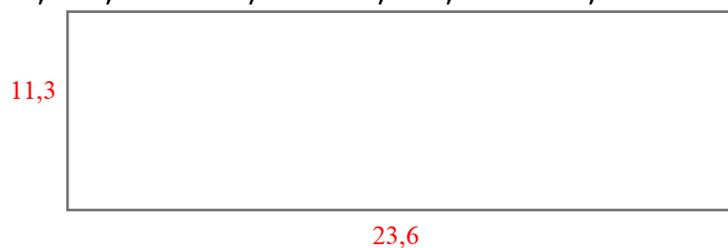
**Определить значение сопротивления теплопередаче пола по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1**



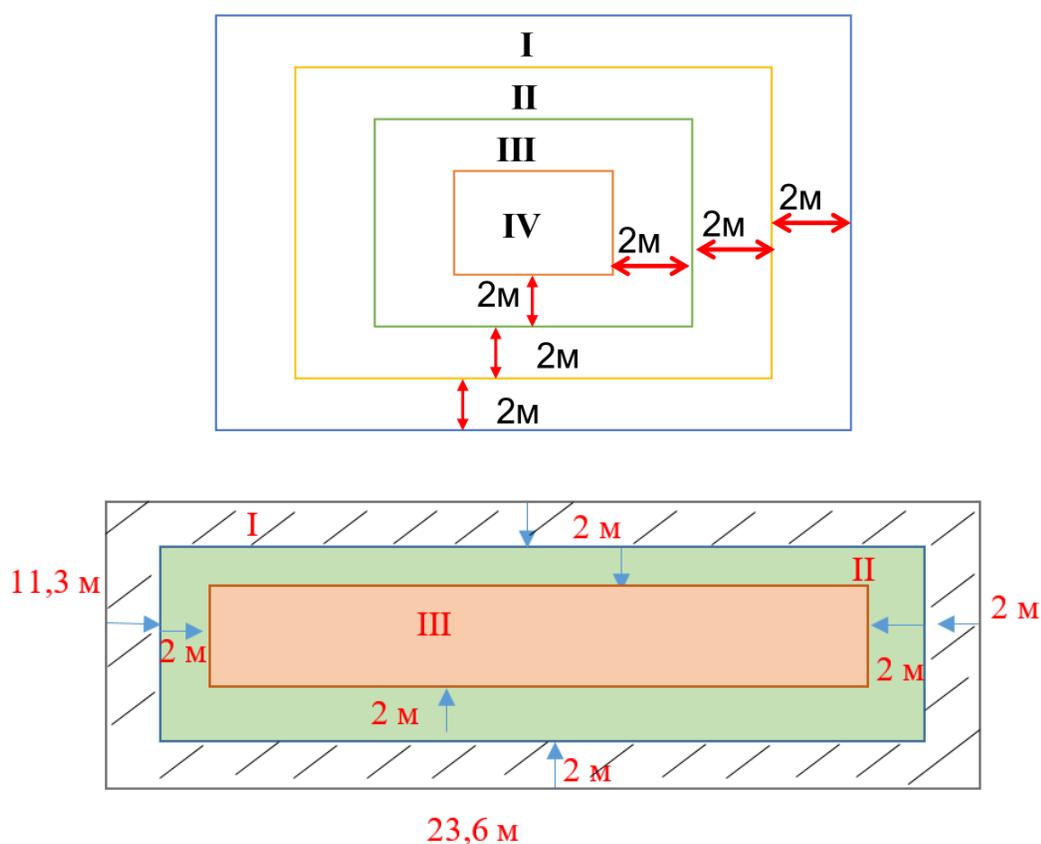
### Пример решения практического задания №7

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:

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

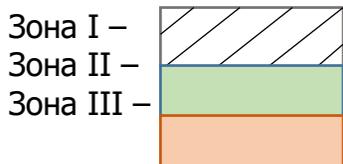


Исследования ученых показали, что по мере удаления от края здания (вглубь фундамента) сопротивление теплопередаче возрастает с определенным шагом. Т.е. на плане фундамента можно выделить зоны, в пределах которых сопротивление теплопередаче будут примерно одинаковым. Для формирования зон от каждой стороны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



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

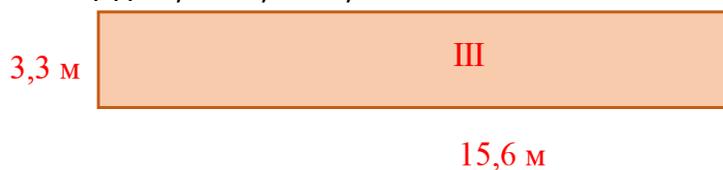
Условные обозначения:



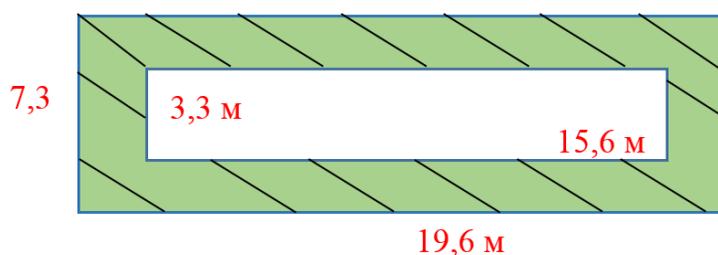
В рассматриваемом примере, исходя из размеров пола по грунту, получилось выделить только три зоны. Формирование четвертой зоны невозможно, т.к. ширина внутренней 3-ей зоны составляет 3,3 м (менее 4 м, т.е. отступить по два метра не получится).

Переходим к расчету площадей зон пола по грунту.

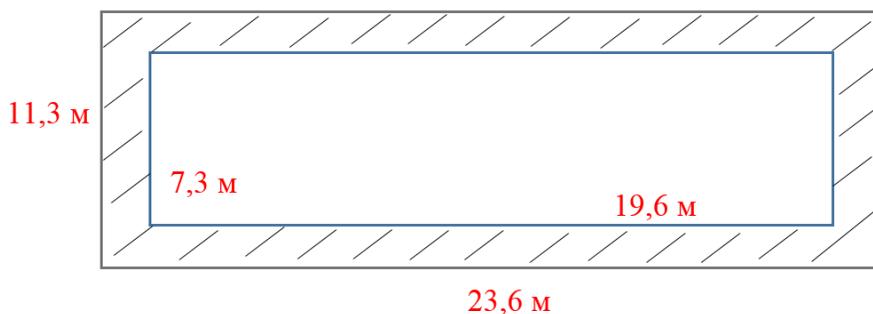
Зона III имеет площадь  $3,3 \times 15,6 = 51,48 \text{ м}^2$ .



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	$R_f^i, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} *$	Площадь зоны, $\text{ м}^2$
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  $R=4,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Вариант № 1

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- 9-этажная гостиница в г. Санкт-Петербург;
- 9-этажная гостиница в г. Самара;
- 2-х этажный индивидуальный жилой дом в г. Краснодаре;
- 2-х этажный индивидуальный жилой дом в г. Сочи;

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- здание 9-этажной гостиницы в г. Санкт-Петербург;
- 2-хэтажный индивидуальный жилой дом в г. Краснодаре;
- 5-этажное дошкольное образовательное учреждение в г. Ростове-на-Дону
- 2-этажный многоквартирный жилой дом в г. Казани

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- 3-этажный многоквартирный жилой дом в г. Майкоп
- 6-этажный МКД в г. Астрахань
- 10-этажный МКД в г. Аксай

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома в 2 этажа площадью  $165 \text{ м}^2$ , при котором класс энергосбережения здания:

- «А» - очень высокий
- «С» – нормальный.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 8-этажного многоквартирного дома 2010 г. постройки, расположенного в г. Москва, при котором класс энергетической эффективности здания:

- A++ - высочайший;
- B - высокий

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8:** подобрать требуемую толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм; кладки кирпича глиняного обыкновенного – 250 мм и кирпича керамического – 120 мм. Место расположения здания – Ростов-на-Дону, тип здания – жилое.

### Вариант № 2

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- 2-этажный детский сад в г. Саратов;
- 24-этажный МКД в г. Уфа;
- 2-х этажный дом престарелых в г. Краснодаре;
- 3-х этажный индивидуальный жилой дом;

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 7-этажной гостиницы в г. Ростове-на-Дону;
- б) 2-хэтажный индивидуальный жилой дом в г. Новосибирск;
- в) 3-этажное дошкольное образовательное учреждение в г. Ростове-на-Дону;
- г) 2-этажный индивидуальный жилой дом в г. Казани

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 9-этажный многоквартирный жилой дом в г. Астрахань
- б) 4-этажный МКД в г. Омск
- в) 17-этажный МКД в г. Батайск

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома в 2 этажа площадью 195 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «А+» - очень высокий
- б) «В+» – высокий.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 17-этажного многоквартирного дома 2012 г. постройки, расположенного в г. Тюмень, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) А – очень высокий;
- б) С - повышенный

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Москва, тип здания – жилое.

### Вариант № 3

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 1-этажный детский сад в г. Майкоп;
- б) 9-этажный МКД в г. Белгород;
- в) 1-этажный дом престарелых в г. Сочи;
- г) 2-х этажный индивидуальный жилой дом в г. Тверь.

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 2-этажной поликлиники в г. Ростове-на-Дону;
- б) 2-хэтажный детский сад в г. Иркутск;
- в) 3-этажное жилое здание (таунхаус) в г. Ростове-на-Дону;
- г) 3-этажное здание поликлиники в г. Москва

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 14-этажный многоквартирный жилой дом в г. Санкт-Петербург
- б) 5-этажный МКД в г. Томск
- в) 10-этажный МКД в г. Аксай

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (9 этажей) площадью 3250 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «А» - очень высокий
- б) «В» – высокий.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 24-этажного многоквартирного дома 2014 г. постройки, расположенного в г. Казань, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) А+ – высочайший;
- б) D – нормальный

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Казань, тип здания – жилое.

#### Вариант № 4

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 3-этажный пансионат в г. Майкоп;
- б) 5-этажный МКД в г. Новороссийск;
- в) 2-этажный дом престарелых в г. Сочи;
- г) 3-х этажный индивидуальный жилой дом в г. Пенза.

**Задача 2.** Определить 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. Саратов;
- б) 2-этажный пансионат в г. Тула;
- в) 2-этажное жилое здание (таунхаус) в г. Ростове-на-Дону;
- г) 5-этажное здание поликлиники в г. Астрахань

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 8-этажный многоквартирный жилой дом в г. Москва
- б) 4-этажный МКД в г. Хабаровск
- в) 17-этажный МКД в г. Новочеркасск

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (10 этажей) площадью 5250 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «В+» - высокий
- б) «С» – нормальный.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 10-этажного многоквартирного дома 2011 г. постройки, расположенного в г. Тверь, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) А++ – высочайший;
- б) E – пониженный

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Тверь, тип здания – жилое.

### Вариант № 5

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 2-этажная гостиница в г. Красноярске;
- б) 7-этажный МКД в г. Анапа;
- в) 1-этажный дом престарелых в г. Тула;
- г) 2-х этажный жилой дом (таунхаус) в г. Пенза.

**Задача 2.** Определить 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. Самара;
- б) 2-хэтажный пансионат в г. Новосибирск;
- в) 2-этажное жилое индивидуальное здание в г. Ростове-на-Дону;
- г) 9-этажный МКД в г. Астрахань

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 12-этажный многоквартирный жилой дом в г. Ростов-на-Дону
- б) 4-этажный МКД в г. Хабаровск
- в) 17-этажный МКД в г. Новочеркасск

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (17 этажей) площадью 9250 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «В» - высокий
- б) «С+» – нормальный.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 14-этажного многоквартирного дома 2010 г. постройки, расположенного в г. Тамбов, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) А – очень высокий;
- б) С – повышенный

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Вологда, тип здания – жилое.

### Вариант № 6

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 9-этажная гостиница в г. Ярославль;
- б) 14-этажный МКД в г. Нижний Новгород;
- в) 2-этажный дом престарелых в г. Казань;
- г) 2-х этажный жилой дом (таунхаус) в г. Тверь.

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 2-этажной поликлиники в г. Калининград;
- б) 3-хэтажный пансионат в г. Хабаровск;
- в) 2-этажное жилое индивидуальное здание в г. Краснодаре;
- г) 14-этажный МКД в г. Новороссийск

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 23-этажный многоквартирный жилой дом в г. Москва
- б) 7-этажный МКД в г. Казань
- в) 14-этажный МКД в г. Таганрог

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (20 этажей) площадью 12250 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «А++» - очень высокий
- б) «С-» – нормальный.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 8-этажного многоквартирного дома 2014 г. постройки, расположенного в г. Тверь, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) А+ высочайший;
- б) D – нормальный

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Курск, тип здания – жилое.

### Вариант № 7

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 6-этажная гостиница в г. Тверь;
- б) 23-этажный МКД в г. Новосибирск;
- в) 3-этажный дом престарелых в г. Пенза;
- г) 2-х этажный жилой дом (таунхаус) в г. Таганрог.

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 2-этажной поликлиники в г. Санкт-Петербург;
- б) 2-хэтажный пансионат в г. Севастополь;
- в) 3-этажное жилое индивидуальное здание в г. Волгоград;

г) 10-этажный МКД в г. Екатеринбург

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 9-этажный многоквартирный жилой дом в г. Уфа
- б) 4-этажный МКД в г. Ставрополь
- в) 17-этажный МКД в г. Пятигорск

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (9 этажей) площадью 7250 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «А+» - очень высокий
- б) «С» – нормальный.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 5-этажного многоквартирного дома 2016 г. постройки, расположенного в г. Тамбов, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) А+ высочайший;
- б) D – нормальный

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Волгодонск, тип здания – жилое.

### Вариант № 8

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 2-этажный детский сад в г. Тверь;
- б) 10-этажный МКД в г. Якутск;
- в) 2-этажный дом престарелых в г. Анапа;
- г) 2-х этажный жилой дом (таунхаус) в г. Москва.

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 2-этажной поликлиники в г. Новороссийск;
- б) 3-хэтажная гостиница в г. Ялта;
- в) 2-этажное жилое индивидуальное здание в г. Астрахань;
- г) 17-этажный МКД в г. Петрозаводск

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 10-этажный многоквартирный жилой дом в г. Казань
- б) 7-этажный МКД в г. Махачкала
- в) 20-этажный МКД в г. Иркутск

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (7 этажей) площадью 5250 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «В+» высокий
- б) «С+» нормальный.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 14-этажного многоквартирного дома 2016 г. постройки, расположенного в г. Тула, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) «Е» пониженный;
- б) «F» низкий

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Ярославль, тип здания – жилое.

### Вариант № 9

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 6-этажная гостиница в г. Тверь;
- б) 9-этажный МКД в г. Ростове-на-Дону;
- в) 2-этажный детский сад в г. Анапа;
- г) 2-х этажный жилой дом (таунхаус) в г. Санкт-Петербург.

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 2-этажной поликлиники в г. Новороссийск;
- б) 6-хэтажная гостиница в г. Ялта;
- в) 2-этажное жилое индивидуальное здание в г. Астрахань площадью 210 м<sup>2</sup>;
- г) 9-этажный МКД в г. Красноярск

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 12-этажный многоквартирный жилой дом в г. Курск
- б) 9-этажный МКД в г. Волгоград
- в) 21-этажный МКД в г. Томск

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (10 этажей) площадью 12250 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «В+» высокий
- б) «D» пониженный.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 21-этажного многоквартирного дома 2017 г. постройки, расположенного в г. Тамбов, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) «Е» пониженный;
- б) «F» низкий

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Екатеринбург, тип здания – жилое.

### Вариант № 10

**Задача 1.** Рассчитать градусо-сутки отопительного периода для проектирования тепловой защиты объектов:

- а) 2-этажный детский сад в г. Омск;
- б) 16-этажный МКД в г. Батайск;
- в) 2-этажный многоквартирный жилой дом в г. Анапа;
- г) 2-х этажный жилой дом (таунхаус) в г. Иркутск.

**Задача 2.** Определить нормируемую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию проектируемого объекта с учетом требований приказа Минстроя № 1550/пр:

- а) здание 2-этажного санатория в г. Уфа;
- б) 4-хэтажная гостиница в г. Вологда;
- в) 2-этажное жилое многоквартирное здание в г. Петропавловск-Камчатский площадью 210 м<sup>2</sup>;
- г) 19-этажный МКД в г. Красноярск

**Задача 3.** Определить нормируемый удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электроснабжение МКД:

- а) 14-этажный многоквартирный жилой дом в г. Смоленск
- б) 6-этажный МКД в г. Белгород
- в) 20-этажный МКД в г. Курск

**Задача 4.** Определить значение расчетного удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию проектируемого многоквартирного жилого дома (6 этажей) площадью 6450 м<sup>2</sup>, при котором класс энергосбережения здания:

- а) «А» очень высокий
- б) «Е» низкий.

**Задача 5.** Определить фактический уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, электроснабжение 10-этажного многоквартирного дома 2017 г. постройки, расположенного в г. Новосибирск, при котором класс энергетической эффективности здания:

- а) «А++» высочайший;
- б) «F» низкий

**Задача 6.** Рассчитать 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 1.

**Задача 7.** Рассчитать сопротивление теплопередаче пола (неутепленного) по грунту здания, план которого представлен на рисунке 1. Длину и ширину здания в плане принять по данным таблицы 2.

**Задача 8.** Подобрать требуемую (с точки зрения тепловой защиты) толщину теплоизоляционного слоя в конструкции стены, состоящей из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм. Место расположения здания – Томск, тип здания – жилое.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче № 6 по вариантам

№ варианта	Место расположения объекта	Состав ограждающей конструкции	Влажность помещения	Температура внутреннего воздуха в помещении
1	г. Москва	Наружная стена, состоящая из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм; кладки кирпича глиняного обыкновенного – 250 мм, кирпича керамического – 120 мм	55 %	21° С
2	г. Ростов-на-Дону	Чердачное перекрытие, состоящее из ж/б плиты – 220 мм, слоя утеплителя базальтовая вата – 40 мм и внутренней штукатурки цементно-песчаной – 20 мм	60 %	20° С
3	г. Краснодар	Наружная стена, состоящая из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм	51 %	22° С
4	г. Сочи	Чердачное перекрытие, состоящее из ж/б плиты – 220 мм и внутренней штукатурки цементно-песчаной – 20 мм	50 %	21° С
5	г. Казань	Наружная стена, состоящая из слоев: – газобетонные блоки на цементном вяжущем – 380 мм; – слой пароизоляции – 5 мм; – минераловатный утеплитель – 20 мм; – воздушная прослойка – 20 мм; – керамогранитная плитка – 10 мм ( $\lambda=0,31 \text{ Вт}/(\text{м}\times\text{С})$ )	55 %	20° С
6	г. Нижний Новгород	Покрытие из ж/б плиты – 220 мм, слоя утеплителя базальтовая вата – 40 мм и внутренней штукатурки цементно-песчаной – 20 мм	60 %	21° С
7	г. Смоленск	Наружная стена, состоящая из внутренней штукатурки цементно-песчаной – 10-20 мм и кладки из кирпича керамического – 380 мм	55 %	22° С
8	г. Тула	Наружная стена, состоящая из монолитного ж/б – 380 мм, утеплителя (минераловатная плита) толщиной 60 мм, $\lambda=0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\times\text{С})$ , керамогранитной плиты – 8 мм, $\lambda=0,31 \text{ Вт}/(\text{м}\times\text{С})$	50 %	20° С
9	г. Тверь	Наружная стена, состоящая из слоев: – пенобетонные блоки на цементном вяжущем – 300 мм; – слой пароизоляции – 5 мм; – минераловатный утеплитель – 20 мм; – воздушная прослойка – 20 мм; – керамогранитная плитка – 10 мм	55 %	20° С
10	г. Майкоп	Чердачное перекрытие из железобетонной плиты – 220 мм, слоя утеплителя базальтовая вата – 40 мм и внутренней штукатурки цементно-песчаной – 20 мм	60 %	21° С

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 7

Вариант	Длина и ширина здания, мм
1	12600×10400
2	12500×11200
3	12000×11000
4	13400×10800
5	14000×10800

Вариант	Длина и ширина здания, мм
6	13000×11300
7	14000×11400
8	13200×9800
9	13800×11350
10	13640×11680



Рисунок 1 – План 1 этажа

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 31532-2012 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 8 с.
2. ГОСТ Р 53905-2010 Энергосбережение. Термины и определения (с Изменением N 1). – М. : Стандартинформ, 2018. – 24 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 2003-23-02. – Введ. 2013-07-01. – Москва : Минрегион России, 2012. – 132 с.
4. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* – Введ. 2013-01-01. – Москва : Минстрой России, 2015. – 97 с.
5. ГОСТ Р 54851-2011. Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче. – Введ. 2012-05-01 – Москва : Стандартинформ, 2012. – 38 с.4.
6. Приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации "Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов" от 6 июня 2016 года № 399/пр // Собрание законодательства Российской Федерации.