

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**Иркутский государственный аграрный университет
имени А.А. Ежевского**

Колледж Автомобильного транспорта и агротехнологий

Здания и сооружения

Методические указания для выполнения расчетно-графической работы

для студентов очного, заочного и
дистанционного образовательного обучения
специальности 21.02.04 «Землеустройство»

Молодежный 2020

УДК 721(072)
3 46

Печатается по решению предметно-методической комиссии колледжа автомобильного транспорта и агротехнологий (протокол № 3 от 17 декабря 2020 г.)

Составители: А.А. Лазарева, Ю.В. Столопова

Рецензент - к.т.н., доцент кафедры землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации ФГБОУ ВО «Иркутского ГАУ им. Ежевского А.А.» Тулунова Е.С.

Здания и сооружения : методические указания для выполнения расчетно-графической работы для студентов очного, заочного и дистанционного образовательного обучения специальности 21.02.04 «Землеустройство» / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского, Колледж автомоб. транспорта и агротехнологий ; сост.: А. А. Лазарева, Ю. В. Столопова. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2021. - 33 с. : ил. – Текст : электронный.

Методические указания «Здания и сооружения» предназначены для выполнения расчетно-графической работы для студентов 3 курса специалистов обучающихся по специальности 21.02.04 – Землеустройство.

© Лазарева А.А., Столопова Ю.В. 2020
© Иркутский ГАУ им. А. А. Ежевского, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Основные положения.....	4
2. Содержание работы.....	5
3. Требования к расчетно-графической работе.....	7
3.1 Исходные данные.....	7
3.2 Компоновка листа.....	7
3.3 Последовательность построения плана здания.....	8
3.4 Последовательность построения разреза здания.....	12
4. Теплотехнический расчет здания.....	16
4.1 Определение коэффициента теплопередачи.....	17
4.2 Расчет потерь тепла через ограждающие конструкции здания.....	19
4.3 Расчет тепла необходимого при нагревании.....	20
4.4 Расчет тепловыделения человеком.....	20
4.5. Расчет тепла поступающего от электротехники.....	20
4.6 Расчет суммарной площади поверхности нагрева.....	22
4.7 Определения количества секций.....	23
Литературы.....	25
Приложения.....	26

1.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель освоения дисциплины: получение знаний о конструктивных элементах и видах зданий и сооружений, их назначении и современной классификации.

Основные задачи освоения дисциплины:

- изучение принципов, методов способов проектирования и конструирования зданий и сооружений;
- овладение основными сведениями о зданиях и конструктивном построении;
- анализ проектной документации при создании зданий и сооружений.

Результатом освоения дисциплины «ОП. 05 Здания и сооружения» обучающимися по специальности 21.02.04 Землеустройство является овладение основным видом профессиональной деятельности (ВПД) и соответствующими компетенциями.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре (очное обучение), на 3 курсе (заочное обучение.)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть умениями и знаниями в целях приобретения следующих компетенций:

Код	Наименование компетенции (планируемые результаты освоения ОП)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенции
	Общие компетенции	В области знания и понимания (А)
ОК 1	понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	Знать: классификацию зданий по типам, по функциональному назначению; основные параметры и характеристики различных типов зданий
ОК 2	организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	
ОК 3	принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	
ОК 4	осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.	
ОК 5	использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	

ОК 9	ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	
	Профессиональные компетенции	
ПК 1.1	выполнять полевые геодезические работы на производственном участке.	В области интеллектуальных навыков (В)
ПК 1.2	обрабатывать результаты полевых измерений	Уметь: читать проектную и исполнительную документацию по зданиям и сооружениям; определять тип здания по общим признакам (внешнему виду, плану, фасаду, разрезу); определять параметры и конструктивные характеристики зданий различного функционального назначения; определять основные конструктивные элементы зданий и сооружений;
ПК 1.3	составлять и оформлять планово-картографические материалы.	
ПК 1.4	проводить геодезические работы при съемке больших территорий.	
ПК 1.5	подготавливать материалы аэро- и космических съемок для использования при проведении изыскательских и землеустроительных работ.	
ПК 2.2	разрабатывать проекты образования новых и упорядочения существующих землевладений и землепользований.	
ПК 2.3	составлять проекты внутрихозяйственного землеустройства.	
ПК 3.1	оформлять документы на право пользования землей, проводить регистрацию.	
ПК 3.2	совершать сделки с землей, разрешать земельные споры.	
ПК 3.3	устанавливать плату за землю, аренду, земельный налог.	
ПК 4.1	проводить проверки и обследования в целях обеспечения соблюдения требований законодательства Российской Федерации.	
ПК 4.2	проводить количественный и качественный учет земель, принимать участие в их инвентаризации и мониторинге.	

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Требования к оформлению работы. Вариант задания расчетно-графической работы определяется по порядковому номеру списка группы. По своему номеру определяется вариант задания жилого здания. Чертежи выполняются на отдельных листах формата А2 – А3.

При наборе текста необходимо учитывать следующее: объем работы – не менее 20 с.; форматирование по ширине; поля: справа и слева - по 23 мм, остальные - по 20 мм; абзацный отступ – 12,5 мм; межстрочный интервал – одинарный; шрифт – TimesNewRoman; формулы должны быть набраны с помощью редактора формул MS Equation; таблицы и рисунки последовательно пронумерованы; иллюстрации оформляются размерами не менее 60×60 мм и не более 120×180 мм.

В работе необходимо выполнить следующее:

1. Вычертить план этажа в масштабе 1:100;
2. Выполнить разрез здания в масштабе 1:100 (разрез выполняется по лестничной клетке);
3. Выполнить фасад здания в масштабе 1:100;
4. Выполнить план кровли в масштабе 1:200;
5. Спецификация элементов заполнения проёмов;
6. Экспликация помещений;

Пример выполнения работы: пример 1-3.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

3.1 Исходные данные

В каждом бланке задания, выданном студенту, приведены схематический чертеж плана первого этажа, фасад и разрез здания, план кровли, краткое описание конструкции жилого дома, а также узел, который требуется вычертить.

Графическая работа включает в себя следующее:

1. Вычертить план этажа в масштабе 1:100.
2. Выполнить разрез здания по лестничной клетке в масштабе 1:100.
3. Вычертить фасад жилого дома в масштабе 1:100.
4. Выполнить план кровли в масштабе 1:200.
5. Заполнить спецификацию заполнения дверных и оконных проёмов.

Работа выполняется на двух форматах. План, фасад и разрез здания, а также спецификация заполнения дверных проёмов выполняется на формате А2. План кровли и узел на формате А3.

В задании наружные и внутренние стены принять – по варианту (размер 250x120x65).

На схеме задания указаны следующие обозначения:

ОК-1, ОК-2, ... – оконные проёмы;

ДК-1, ДК-2, ... – дверные проёмы;

В – ванная;

Т – туалет;

В/Т – совмещенные ванна и туалет;

К – кухня.

3.2 Компоновка листа

Пример выполнения работы приведен на отдельном листе.

План здания следует располагать в нижнем левом углу формата А2, большей стороной вдоль листа. Фасад здания располагается в проекционных связях над планом. Поперечный разрез здания по лестничной клетке – справа от фасада здания.

Спецификация заполнения дверных проёмов – над основной надписью. Графическая работа вычерчивается в тонких линиях карандашом и после проверки преподавателем и исправлением ошибок (если таковы существуют). Обводится линиями различной толщины согласно ГОСТ 2.303-68*

3.3 Последовательность построения плана здания

1. Отступив от нижней рамки чертежа по 80-90мм, а от левой рамки 60-90мм, строим крайние и промежуточные оси сетки координационных осей в соответствии с вариантом задания. Оси выполняются тонкими штрихпунктирными линиями, которые заканчиваются кружками диаметром 8-10мм, по левой и нижней стороне плана здания. По необходимости кружки могут располагаться по верхней или правой стороне здания. По горизонтальной линии маркировка в кружках в виде цифр (начиная с цифры «1» слева направо), по вертикальной линии буквенное обозначение (начиная с буквы «А» снизу, вверх). Пример показан на рисунке 1.

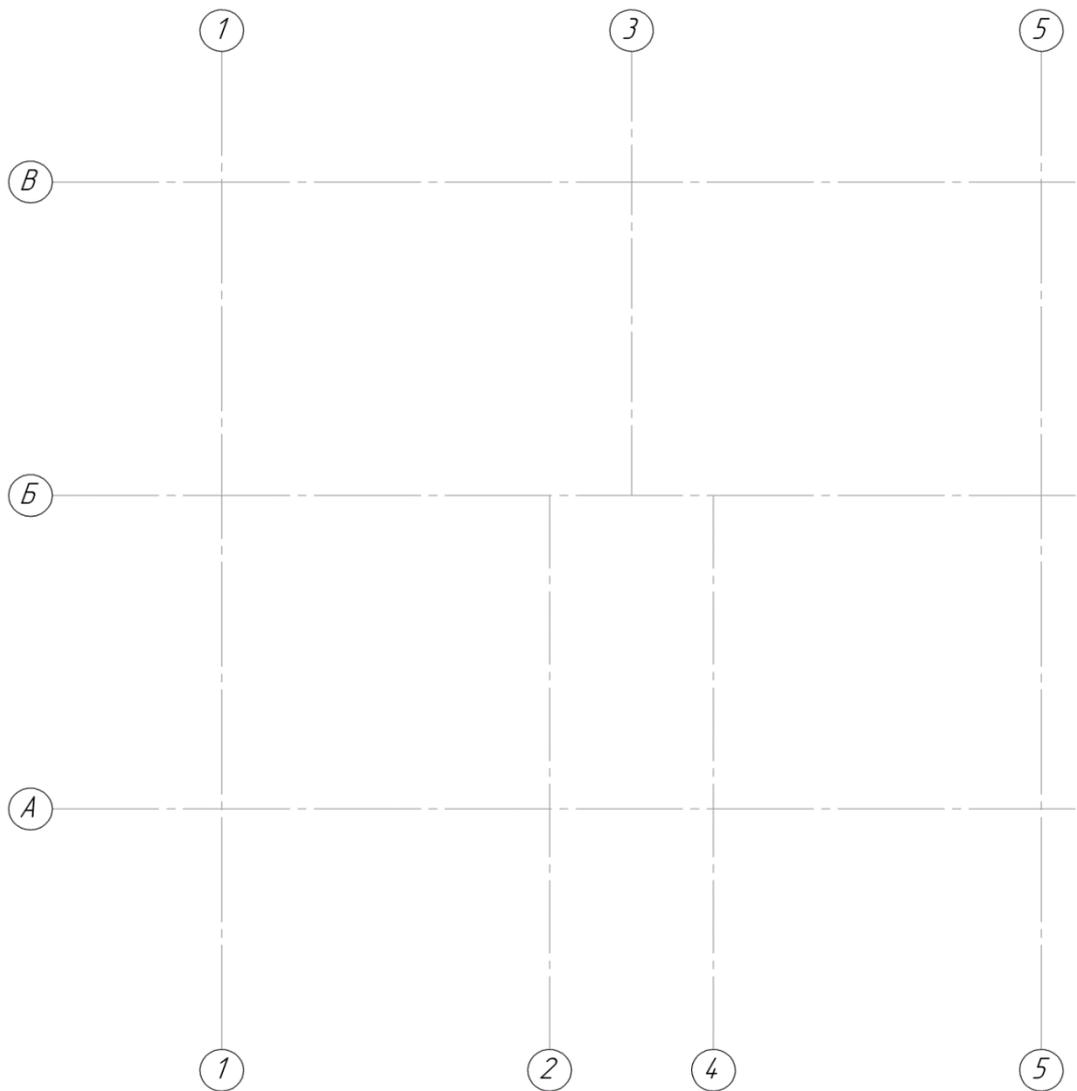


Рисунок 1 – Построение осей плана здания

2. Вычертить контуры продольных и поперечных наружных и капитальных внутренних стен здания и перегородки. Привязку стен к осям выполнять согласно своему варианту. При построении контура перегородок обратить внимание на различие в изображении присоединения к наружным и внутренним капитальным стенам. Привязка торцевых стен односторонняя. Привязка горизонтальных стен двухсторонняя (модульная – 310 – 200 мм). Внутренние капитальные стены – привязка центральная. Перегородки 100мм. пример построения представлен на рисунке 2.

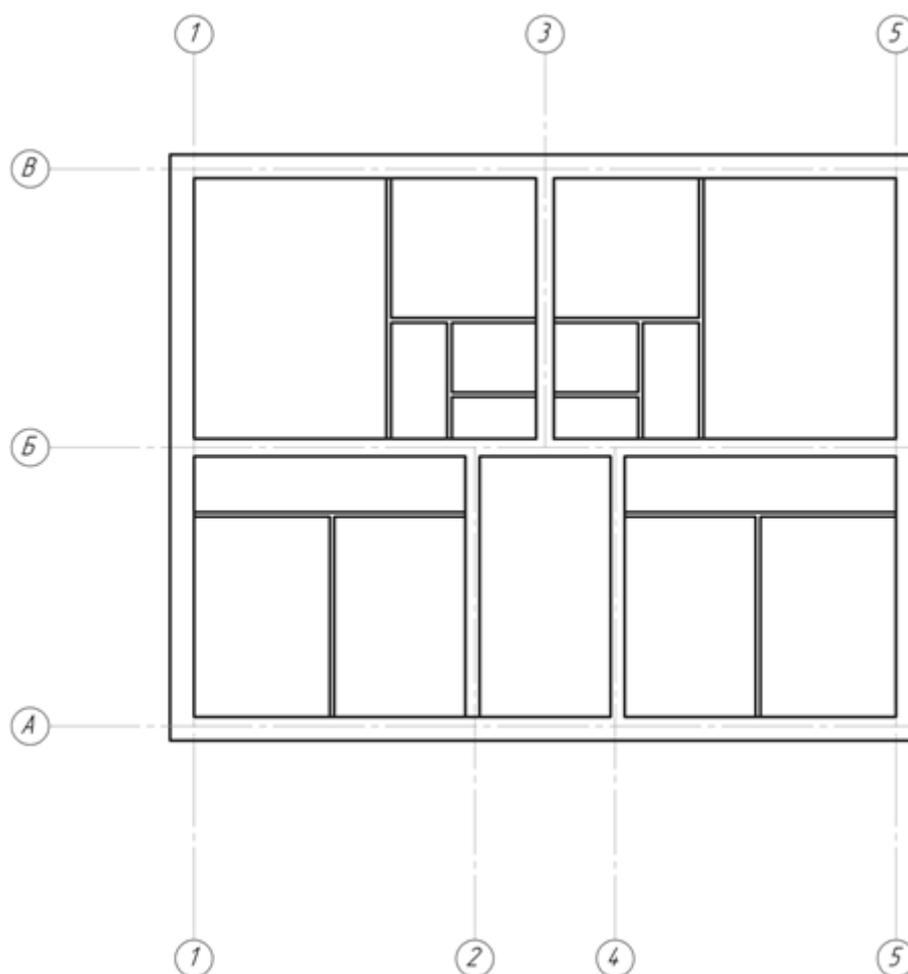


Рисунок 2 – Изображение стен и перегородок на плане

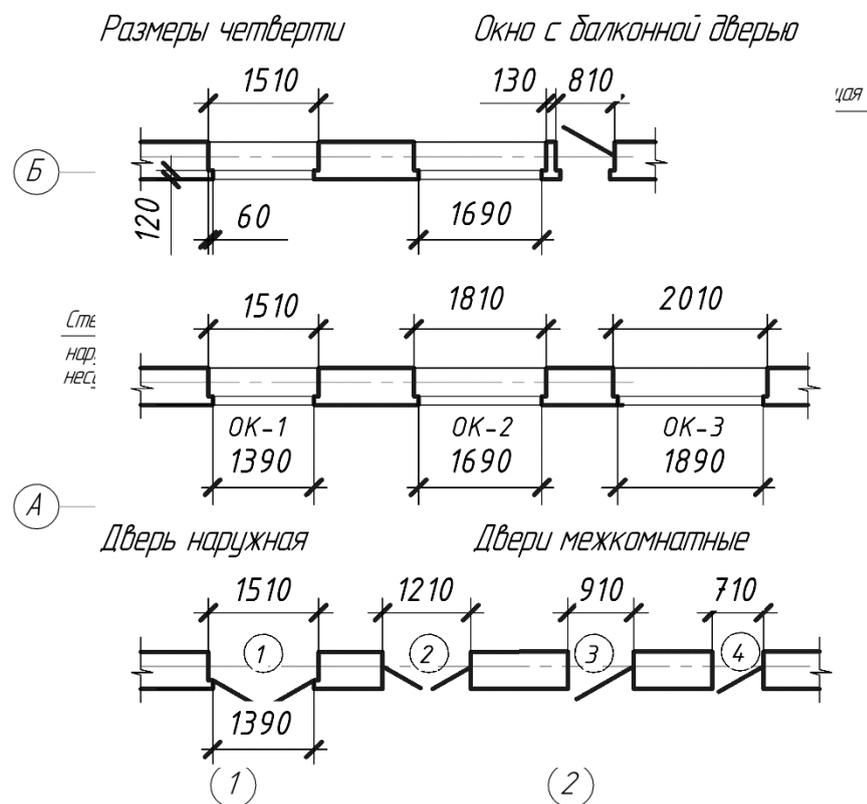


Рисунок 3 – Пример привязки стен и перегородок.

В наружных стенах выполнить разбивку оконных и дверных проёмов. По заданию оконные проёмы должны быть с четвертью, которая располагается с внешней стороны окна. Размер четверти может быть на плане 60 – 65, на разрезе 75. Наружные стены выполнены толстой сплошной линией. Оконный проём выполнять тремя, тонкими параллельными линиями.

4. При вычерчивании дверных проёмов следует обратить внимание на:

– наружная дверь и двери, ведущие из квартир на лестницу, открываются «от себя» по направлению к выходу:

– внутриквартирные (межкомнатные) двери – направление открывания исходя из удобства эксплуатации.

Проём наружной двери выполняется с четвертью, которая располагается с внутренней стороны. Дверное полотно на плане изображается под углом 30° , толстой сплошной линией. В кружочке диаметром 5 мм, цифрой указываем марку заполнения проёмов дверей.

Рисунок 4 – Изображение окон и дверей в плане

5. Вычертить условные обозначения санитарно-технического и прочего оборудования.

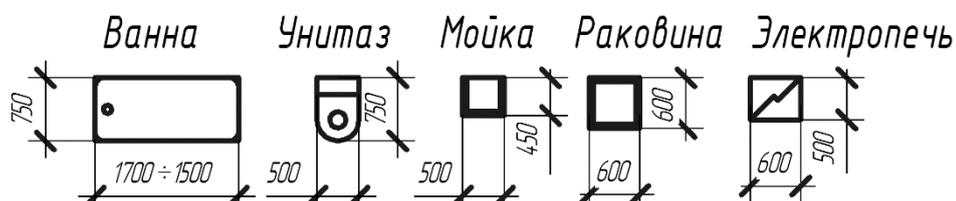


Рисунок 5 – Условные графические обозначения элементов санитарно-технического и электрического оборудования

6. Построение лестничного марша на плане осуществляется после выполнения разреза здания (по полученным размерам). Между маршами в лестничной клетке оставляется просвет размером 1 мм. Стрелкой показывается направление движения по лестнице.

7. Проставляются размеры на плане здания в мм. Размеры проставляются с внешней стороны здания по горизонтальной и вертикальной линии. Первая размерная линия располагается на расстоянии 15-20 мм от контура здания. Размерные линии между собой имеют расстояние 8-10 мм. Первая размерная линия – размеры проёмов и простенков. Вторая размерная линия – размеры между разбивочными осями. Третья размерная линия – габаритные размеры (между крайними осями здания). На внутренней размерной линии проставляются все необходимые

размеры по вертикальной и горизонтальной линии (ширина и длина помещений, толщина стен и перегородок). Пример на рисунке 6.

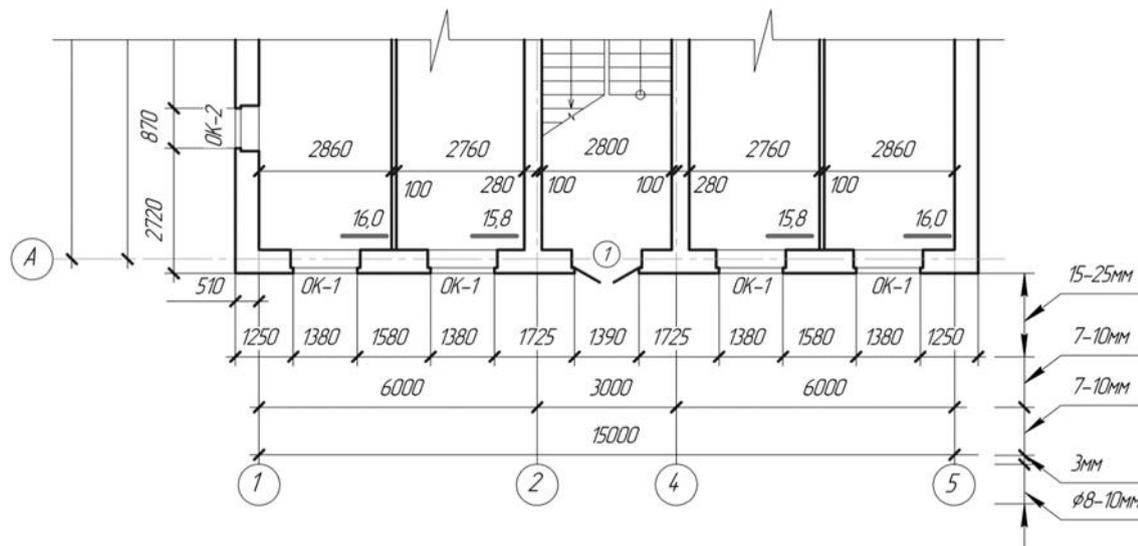


Рисунок 6 – Пример постановки размеров на плане

8. В нижнем правом углу, проставляется площадь комнат с точностью до $0,01\text{м}^2$ и подчеркивается жирной сплошной линией (площади кухни, санузлов, коридоров не показываются). 9. В завершении чертежа – план первого этажа, необходимо нанести положение секущей плоскости и направление взгляда (разрез), который должен проходить по лестничной клетке, а также по дверным и оконным проёмам.

3.4 Последовательность построения разреза здания

Перед началом построения разреза здания откладываем от верхнего правого угла плана здания вверх 100мм и право 100мм. От полученной точки провести горизонтальную линию, которая будет уровень чистого пола первого этажа. Этот уровень равняется отметке $\pm 0,000$.

1. Параллельно уровню чистого пола проводим линию земли, которая берется со своего варианта. По линии «чистого пола» откладываются расстояния между координационными осями и проводятся вертикальные осевые линии.

2. Вычертить по обе стороны от осей толщину наружных и внутренних стен и перегородок, попавших в секущую плоскость.

3. По своему варианту откладываем вверх параллельно линии «чистого пола» размер высоты этажа (расстояние от пола первого до пола второго

этажа) – это является уровнем чистого пола второго этажа.

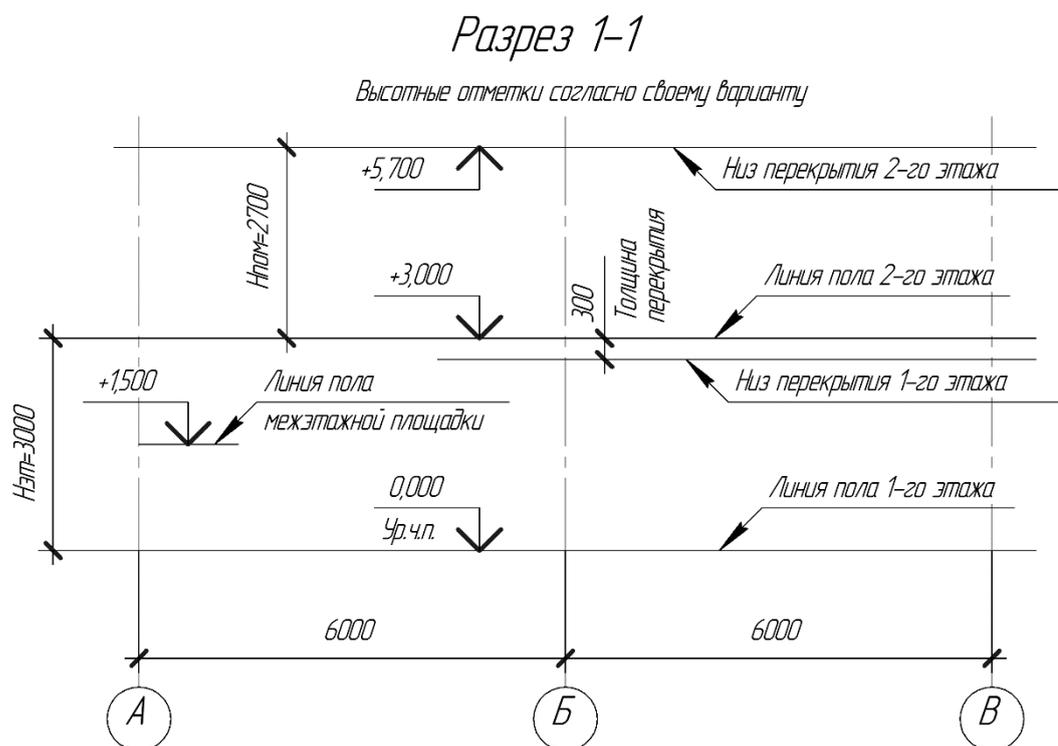


Рисунок 7 – Пример начального этапа построения плана

Отложив от пола второго этажа вниз 300 мм, показываем толщину перекрытия. Отложив от пола второго этажа вверх высоту помещения, строим линию определяющую низ перекрытия второго этажа.

4. Вычерчиваем выносы карниза и оформляем контур кровли по своему варианту.

5. Вычерчиваются оконные и дверные проёмы, также изображаются элементы, которые располагаются за секущей плоскостью – это двери, окна, балконы и т.п. Рис.

6. Перед построением лестницы необходимо провести расчет. Необходимо построить двухмаршевую лестницу. Высота одного марша равна $\frac{1}{2}$ $N_{\text{этажа}}$, поэтому положение межэтажной площадки определяется как середина высоты этажа. При расчете принимаем высоту подступёнка $h = 140\text{мм}$ для высоты этажа $N_{\text{эт}} = 2,8\text{м}$ и $h = 150\text{мм}$ для высоты этажа $N_{\text{эт}} = 3,0\text{м}$. Это значит, что в одном лестничном марше число подступёнков равно 10. Так как верхняя проступь (фризовая ступень) совпадает с лестничной площадкой, то число проступей на одном марше будет на единицу меньше – 9 проступей. Длина проступи $b = 300\text{мм}$ Длина горизонтальной проекции марша $B = 2700$ при $N_{\text{эт}} = 3,0\text{м}$, $B = 2400$ при $N_{\text{эт}} = 2,8\text{м}$. Ограждение лестницы выполнить высотой 900мм. Попавший в секущую плоскость разреза лестничный марш вычерчиваем сплошной толстой

линией, а марш, находящийся за секущей плоскостью – сплошной тонкой линией.

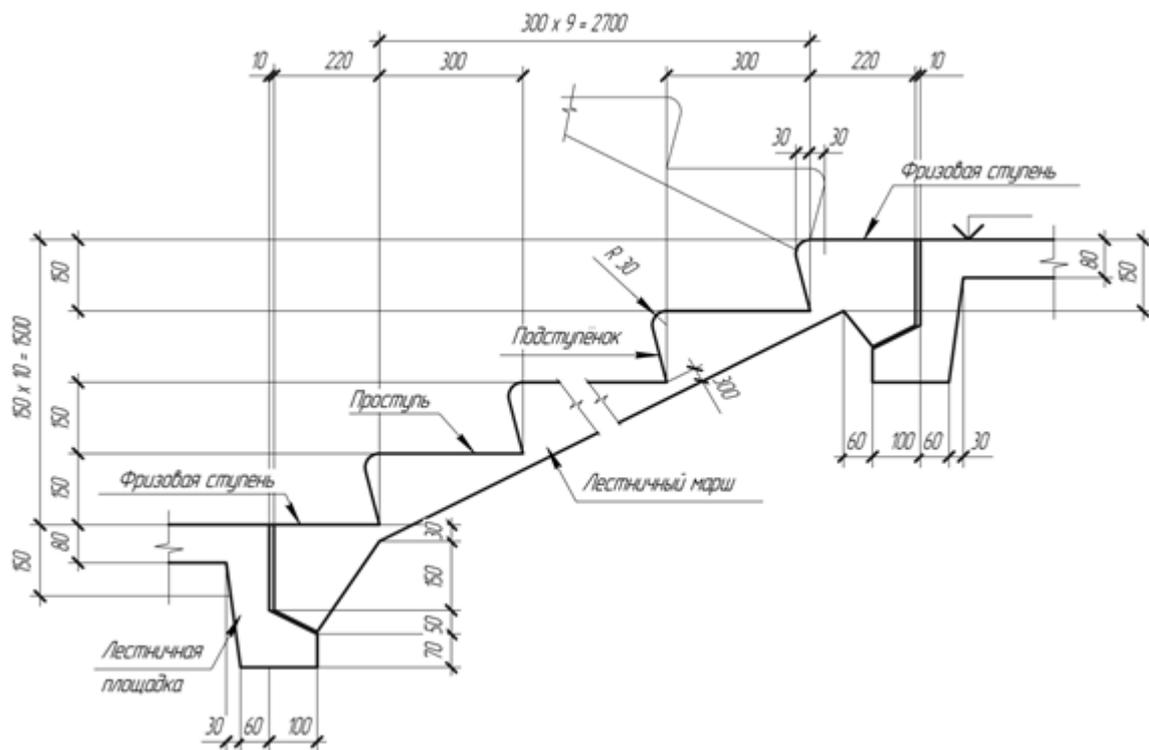


Рисунок 8 – Пример построения лестничного марша

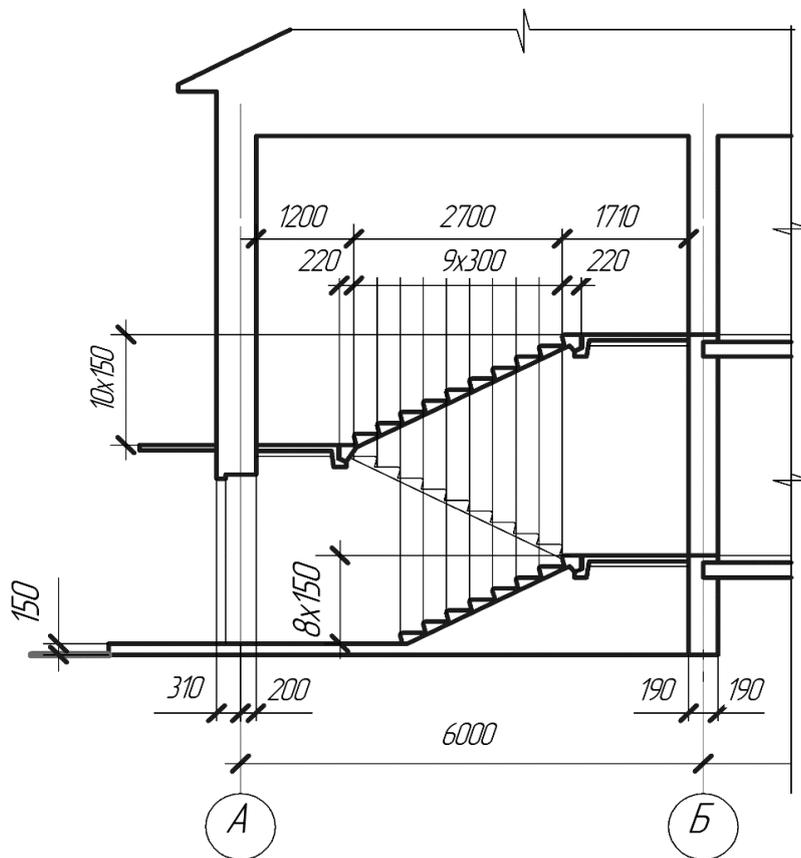


Рисунок 9 – Пример расчета лестничного марша

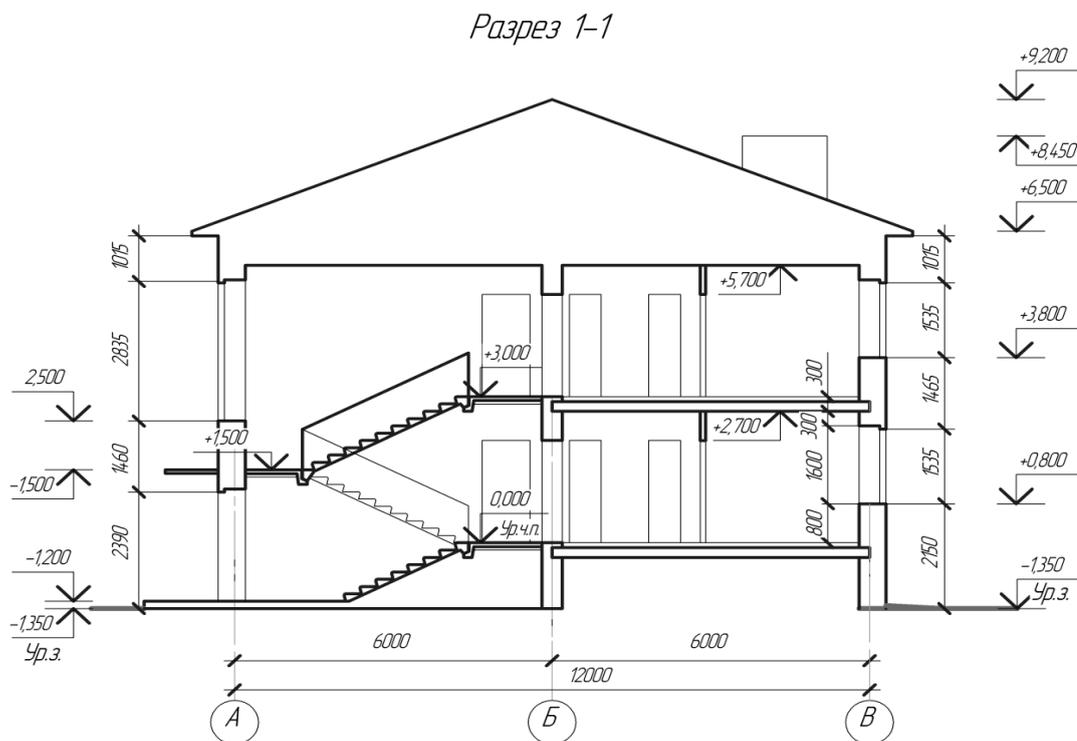


Рисунок 10– Пример построения разреза 1-1

7. Ступенька крыльца – высота 150мм, ширина 2,0 – 2,5 м, длина 1,0 – 1,5м. Нижняя отметка крыльца – уровень земли.

8. Цоколь здания выбирается по варианту задания.

9. Обозначаются в маркировочных кружках координационные оси. Проставляется внутренняя и внешняя размерная цепочка на расстоянии 15 – 25мм от линий стен. После чего проставляются высотные отметки уровней чистого пола, отметки потолка, лестничной площадки, конька крыши, уровня земли в метрах. Отметки выше нулевой проставляем со знаком «+», ниже – со знаком «-».

3.5 Последовательность построения фасада здания

1. В проекционных связях на основании чертежа плана и разреза здания строим фасад.

2. Контур здания выполняется тонкими сплошными линиями. Контур земли утолщенной сплошной линией.

3. Проставляются крайние координационные оси здания и указывается марка осей.

4. Наносятся отметки уровня земли, цоколя, верх и низ оконных и дверных проёмов, крыльца, балконов, козырька и конька крыши.

5. Цоколь выполняется по своему варианту.

6. Вычерчиваются окна и двери, если есть балконы, отмостка.

7. Подписываем чертеж. Пример представлен на отдельном листе.

4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЗДАНИЯ

Выполнение расчета производится в следующем порядке:

1. Определение исходных данных для расчета исходя из задания на расчетно-графическую работу.
2. Определение расчетных параметров наружной среды для района строительства (согласно варианту).
3. Определение условий эксплуатации ограждающей конструкции (ОК) с учетом климатических показателей района строительства и режима эксплуатации зданий и помещений.
4. Определение требуемого R термического сопротивления теплопередаче ОК и толщины слоя утеплителя.
5. Определение приведенного ОК, исходя из варианта задания.
6. Определение толщины утеплителя наружной стены с целью обеспечения приведенного $R^{усл.тр}$ термического сопротивления ОК.
7. Определение расчетно-температурного перепада Δt_0 (разница между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены).
8. Определение положения слоя утеплителя относительно наружной поверхности ОК.

В районах с холодным, влажным климатом по [1] в качестве стеновых ограждений применяются многослойные конструкции с высокоэффективным теплоизоляционным слоем. Располагаться теплоизоляционный слой должен внутри конструкции. Такое расположение материала обеспечивает его максимальную эффективность.

Обеспечение санитарно-гигиенических и комфортных условий эксплуатации зданий означает, что принятая конструкция ограждений должна обеспечить необходимую температуру и влажность воздуха согласно СНиП для данного вида зданий.

Условия энергосбережения выполняются в том случае, если принятая конструкция стен и покрытия позволяет при меньших энергозатратах (уменьшение температуры теплоносителя с 90 до 60...70 °С) обеспечить в здании необходимую (согласно СНиП) температуру и влажность воздуха, т.е. обеспечить оптимальный микроклимат в здании.

4.1. Определение коэффициента теплопередачи

Для теплотехнического расчета необходимо знать: параметры наружного воздуха в зависимости от зоны. Параметры внутреннего воздуха в зависимости от назначения здания и климатических условий; количества тепла выделяемых людьми и электротехническим оборудованием; потери и поступление тепла через ограждающие конструкции в зависимости от внутренних и наружных условий, а также теплофизических качеств ограждающих конструкций и т.д.

$$Q_{om} + Q_{\text{ч}} + Q_{\text{эл}} = Q_T + Q_B, \quad (1)$$

где Q_{om} – это теплопроводность системы отопления.

Q_T – это теплопотребление помещения, через охлаждение (кВт) (4).

$Q_{\text{эл}}$ – это тепло поступающее от электротехники

Q_B – это тепло необходимое при нагревании

$Q_{\text{ч}}$ – это тепловыделение человеком (кВт).

Теплопотери помещения через ограждающие конструкции определяют по формуле:

$$Q_T = k \cdot A \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n, \quad (2)$$

$t_{\text{в}}$ – расчёт температуры в помещении (18).

$t_{\text{н}}$ – расчёт температуры наружного воздуха, °С.

k – коэффициент теплопередачи (3).

n – это поправочный коэффициент и расчётной разности температур зависящий от расположения ограждений по отношению к наружному воздуху.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_{\text{н}}} \right)}, \quad (3)$$

где $a_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конституции.

$a_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности.

δ_i – толщина слоя ограждающих конструкции.

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала.

Расчетное значение коэффициента теплопередачи k не должно превышать предельного значения стандарта по теплоизоляции производственных сельскохозяйственных зданий (приложение 7). В противном случае необходимо изменить конструкцию ограждающего элемента здания или изменить толщину тепло изоляционного слоя.

Как известно, коэффициент теплопередачи $k = \frac{1}{R_0}$, тогда:

$$Q_T = \frac{1}{R_0} A(t_e - t_n)n \quad (4)$$

где R_0 – общее сопротивление теплопередаче ограждения, $\text{м}^2\text{°C} / \text{Вт}$

Сопротивление n -слойного ограждения теплопередаче составит по формуле (5):

$$R_0 = R_e + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_n. \quad (5)$$

Термическое сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности ограждения составит:

$$R_e = \frac{1}{a_e}. \quad (6)$$

Поскольку внутренняя поверхность ограждения получает тепло, коэффициент теплообмена называют коэффициентом тепловосприятия.

Отношение $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ представляет собой термическое сопротивление теплопроводности отдельных слоев ограждения толщиной $\delta_i(\text{м})$, выполненных из материалов с коэффициентом теплопроводности $\lambda_i[\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})]$.

Термическое сопротивление теплоотдаче наружной поверхности ограждения составит:

$$R_n = \frac{1}{a_n}. \quad (7)$$

Наружная поверхность ограждения отдает тепло окружающей среде, поэтому коэффициент теплообмена называют коэффициентом теплоотдачи.

Полы в помещении могут располагаться на грунте или на лагах. Полы на грунте считаются не утепленными, если они состоят из слоев материалов с коэффициентом теплопроводности $\lambda \geq 1,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{°C})$.

Площадь A ограждений определяют в соответствии со СНиП. Линейные размеры ограждающих конструкций принимают с точностью до 0,1 м, площади ограждений — с точностью до 0,1 м^2 .

Площадь стены составит произведение длины или ширины здания на высоту этажа за исключением площади окон и дверей со стороны расчетной стены:

$$A_{cm} = H_{зд} \cdot L_{зд} - (A_{ок} + A_{дв})$$

$$A_{cm} = H_{зд} \cdot B_{зд} - (A_{ок} + A_{дв})$$

Площадь потолка составит произведение длины и ширины здания:

$$A_{пот} = L_{зд} \cdot B_{зд}$$

4.2. Расчет потерь тепла через ограждающие конструкции здания

Расчет тепла через ограждающие конструкции сводятся в таблицу 1.

Допускается расположение теплоизоляционного материала снаружи здания (по фасаду) или внутри помещения только при его реконструкции [2]. В качестве теплоизоляционного материала применяют: жесткие и полужесткие минераловатные плиты; пенополистирол (литой и плитный); пенопласт (литой и плитный); пенополиуретан.

Таблица 1 – Ведомость расчёта потерь тепла через ограждающие конструкции здания

Наименование ограждений	k	A	$\Delta t = (t_e - t_n)$	Q_T (основные)	Q_T (добавочные)	Q_T (суммарные)
стены на север, восток, северо-восток и северо-запад						
стены на запад и юго-восток						
стены на юг и юго-запад						
окна на север, восток, северо-восток и северо-запад						
окна на запад и юго-восток						
окна на юг и юго-запад						
двери на север, восток, северо-восток и северо-запад						
двери на запад и юго-восток						
двери на юг и юго-запад						
потолок						
пол 1 зона						
пол 2 зона						
пол 3 зона						
пол 4 зона						
Итого						

4.3. Расчет тепла необходимого при нагревании

Количество тепла, затрачиваемого, на нагрев приточного воздуха, поступающего в здание с вентиляцией, определяем по формуле:

$$Q_B = L\rho_g C(t_g - t_n), \quad (11)$$

где ρ_g — плотность наружного воздуха, $\rho_g = 1,25$ кг/м³;

C — массовая теплоемкость воздуха, $C = 1005,6$ Дж/кг °С;

L — количество воздуха, подаваемого приточной вентиляцией, м³/с (12).

Количество воздуха определяется как:

$$L = l \cdot n, \quad (12)$$

где l — воздухообмен на одного человека (= 30), м³/с;

n — количество человек.

$$L = 30 \cdot 5 = 150 \text{ м}^3 / \text{с};$$

4.4. Расчет тепловыделения человеком

Количество явного тепла, выделяемого, людьми, определяют по формуле:

$$Q_q = n v_q q_q, \quad (13)$$

Где q_q — количество тепла выделяемого одним человеком (= 110), Вт/чел,

v_q — коэффициент нахождения людей в помещении, $v_q = 0,625$

$$Q_q = 5 \cdot 0,625 \cdot 110 = 345,75$$

4.5. Расчет тепла поступающего от электротехники

Количество тепла, поступающего в помещение от электротехнических бытовых установок, определяют по формуле:

$$Q_{эл} = \sum_{i=1}^m N_i b_i \tau_i, \quad (14)$$

где: N_i — электрическая энергия, фактически потребляемая i -ой электротехнической бытовой установкой, к ВТ-час;

b_i — коэффициент, учитывающий преобразование электрической энергии в тепловую;

τ_i — время работы i -ой электротехнической бытовой установкой в течение суток, часов.

m — количество электротехнических бытовых установок в здании.

Норма удельного годового электропотребления, установленная на 1 кг начало 90-х годов, составляла 500...550 кВт-ч на одного сельского жителя.

Следовательно, формулу (14) можно представить в следующем виде:

$$Q_{эл} = \frac{b_{ср} N_z}{8760}$$

где: $b_{ср}$ – средневзвешенный коэффициент, учитывающий преобразование электрической энергии в тепловую (= 0,8);

8760 – количество часов в году.

Все потери тепла помещением должны компенсироваться теплоотдачей установленных в нем нагревательных приборов.

Различают металлические (чугунные и стальные) и комбинированные (змеевики из стальных труб, заделанные в бетонные панели) нагревательные приборы.

В жилых и общественных зданиях устанавливают следующие виды нагревательных приборов: чугунные радиаторы, стальные штампованные радиаторы, конвекторы, представляющие собой трубы, оребренные снаружи стальными пластинами.

В системах отопления производственных зданий, где нет интенсивного выделения пыли (гаражи, ремонтные мастерские и др.), применяют чугунные ребристые трубы, а так же бетонные отопительные панели.

В помещениях для содержания животных и птицы, а также в производственных зданиях при наличии интенсивного выделения пыли в качестве нагревательных приборов используют регистры из гладких стальных труб.

Ключевым в расчете системы отопления является определение поверхности нагрева приборов. Поверхностью нагрева называют наружную поверхность нагревательного прибора, отдающую тепло окружающему воздуху.

Для удобства сравнения нагревательных приборов между собой с теплотехнической и технико-экономической точек зрения поверхности их нагрева выражают в квадратных метрах эквивалентной площади (э. п.).

1 м² эквивалентной площади — это условная поверхность нагрева нагревательного прибора с теплоотдачей 506 Вт при расходе воды 17,4 кг/ч и разности между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой воздуха в помещении 64,5°С, соответствующей расчетным температурам теплоносителя $t_r = 95^{\circ}\text{C}$, $t_0 = 70^{\circ}\text{C}$ или $t_{ср} = 82,5^{\circ}\text{C}$ и температуре воздуха в помещении 18°С. Таким условиям отвечал чугунный радиатор Н-150, выпускавшийся ранее, который был принят за эталонный нагревательный прибор.

4.6 Расчет суммарной площади поверхности нагрева

Суммарную площадь поверхности нагрева приборов (m^2) определяют по формуле:

$$F_{np} = \frac{Q_{OT} - \sum Q_{mp}}{k_{np}(t_{np} - t_6)\beta_4} \beta_1\beta_2\beta_3 \quad (15)$$

Тепловой баланс с целью количества тепла необходимого для обеспечения микроклимата обычно рассчитывают на период пяти дней в году по формуле:

$$Q_{OT} + Q_{ч} + Q_{дл} = Q_{т} + Q_{в} \quad (16)$$

Где Q_{OT} — тепло производительность системы отопления, Вт (1);

$\sum Q_{mp}$ — суммарная теплоотдача открытых теплопроводов, Вт;

$t_{np} = (t'_{np} + t''_{np})/2$ — средняя температура теплоносителя в приборе, °С;

t'_{np} и t''_{np} — температуры теплоносителя при входе в прибор и при выходе из него (для систем водяного отопления в жилых, общественных, административных зданиях и школах $t'_{np}=95^\circ\text{C}$, $t''_{np}=70^\circ\text{C}$; в детских яслях, садах и больницах $t'_{np}=85^\circ\text{C}$, $t''_{np}=65^\circ\text{C}$);

t_6 — расчетная температура воздуха в помещении, °С;

k_{np} — коэффициент теплопередачи нагревательного прибора, Вт/($m^2 \cdot ^\circ\text{C}$);

β_1 — поправочный коэффициент на способ установки прибора (= 1,2, так как прибор закрыт деревянным шкафом со щелями 130 мм);

β_2 — поправочный коэффициент, учитывающий остывание воды в трубопроводах (= 1,04);

β_3 — поправочный коэффициент на число секций n в радиаторе для водяных систем отопления (=1);

β_4 — поправочный коэффициент, учитывающий схему присоединения радиатора к стоякам системы отопления и расход воды через нагревательный прибор (1).

Для определения β_4 необходимо подсчитать значение относительного расхода воды в нагревательном приборе на 1 m^2 эквивалентной площади по отношению к условному расходу 17,4 кг/($m^2 \cdot \text{ч}$) по формуле:

$$G_{отн} = \frac{6,75\Delta t_{cp}}{\Delta t_{np} 17,4}, \quad (17)$$

где Δt_{cp} — разность между средней температурой теплоносителя и температурой воздуха в помещении;

Δt_{np} — разность между температурами теплоносителя при входе в прибор и при выходе из него.

Примечание, если теплоноситель – вода, то для ребристых труб и регистров из гладких труб $\beta_4 = 1$.

$$Q_{от} + Q_ч + Q_{эл} = Q_T + Q_B$$

$$Q_{от} = Q_T + Q_B - Q_{эл} - Q_ч$$

При расчете площади поверхности нагрева нагревательных приборов учитывают теплоотдачу открытых трубопроводов (Вт), проложенных в отапливаемом помещении (17):

$$Q_{mp} = k_{mp} F_{mp} (t_{mp} - t_в) \eta, \quad (18)$$

где k_{mp} — коэффициент теплопередачи трубопровода, Вт/(м²·°С) (приложение 13);

F_{mp} — площадь наружной поверхности трубопровода, м² (4,643);

t_{mp} — средняя температура теплоносителя в трубопроводе, °С;

η — коэффициент, равный для подающей линии, расположенной под потолком, — 0,25;

для вертикальных стояков — 0,5;

для обратной линии, расположенной над полом, — 0,75;

для подающей и обратной подводок к нагревательному прибору — 1,0.

Площадь наружной поверхности трубопровода находим из формулы определения площади боковой поверхности цилиндра (18):

$$F_{mp} = \pi d_{mp} l_{mp}, \quad (19)$$

где d_{mp} — диаметр условного прохода трубопровода (= 40 мм), м;

l_{mp} — протяженность трубопровода (= 36,97 м), м.

Для систем отопления применяют стальные водогазопроводные (ГОСТ 3262 — 62) и стальные электросварные (ГОСТ 10704 — 63) трубы. Размер первых обозначается диаметром условного прохода (например, d_y — 25 мм), вторые выпускаются со стенками различной толщины, и поэтому в обозначении этих труб указывают наружный диаметр и толщину стенки в миллиметрах (например, 89/3,5).

На первом этапе расчета β_3 принимаем равным 1, так как неизвестно число секций n в радиаторе.

4.7 Определения количества секций

Определив предварительную суммарную площадь поверхности нагрева приборов $F_{гр}$ (м²) по формуле (15) и зная площадь поверхности нагрева одной секции радиатора, $F_{сек}$ (м²), подсчитаем необходимое число секций:

$$n = \frac{F_{np}}{F_{сек}}, \quad (20)$$

Учитывая сколько в здании окон, определяем количество секций под каждым, с учетом размера комнат, и уточняем коэффициент β_3 . После чего расчет повторяем и окончательно принимаем количество нагревательных приборов и секций входящих в них.

После подбора нагревательных приборов и размещения их в помещении проводят гидравлический расчет трубопроводов системы отопления. Расчет заключается в определении экономичных, то есть минимально допустимых диаметров труб всех участков, обеспечивающих подачу в нагревательные приборы требуемого количества теплоносителя при располагаемом циркуляционном давлении.

Литература

1. Белавина Т.В. Учебно-методическое пособие к выполнению графической работы «Архитектурно-строительное черчение» для направлений 08.03.01 «Строительство», 20.03.01 «Техносферная безопасность», 23.03.01 «Технология транспортных процессов», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» / Т.В. Белавина, Л.В. Данченко. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2017 – 28с.

2. Белецкий Б. Ф.. Технология и механизация строительного производства [Электронный учебник]: учебник / Б. Ф. Белецкий. - Москва: Лань, 2011. - 752 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=9461

3. Маклакова Т.Г. Конструкции гражданских зданий: Учебник для ВУЗов / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 272 с.

4. Маклакова Т.Г. Проектирование жилых и общественных зданий: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: ВШ, 1998. – 400 с.

5. Основы строительного дела: учеб. для вузов / А. В. Шишин и др. - М. : КолосС, 2008.

ПРИЛОЖЕНИЯ
Нормативные и расчетные характеристики
(справочный материал)

Таблица П1

Теплотехнические показатели строительных материалов
и конструкций по [3]

Материал	Плотность γ_n , кг/м ³	Расчетные коэффициенты (при условии эксплуатации по табл. П3)			
		теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°С)		теплоусвоения S , Вт/(м·°С)	
		А	Б	А	Б
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
I. Бетоны и растворы					
1. Железобетон	2500	1,92	2,04	17,98	18,95
2. Туфобетон	1200	0,41	0,47	6,38	7,20
3. Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1200	0,44	0,52	6,36	7,57
4. Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,52	0,58	6,77	7,72
5. Газо- и пенобетон	1000	0,41	0,47	6,13	7,09
6. Газо- и пенозолобетон	1000	0,44	0,50	6,86	8,01
7. Цементно-песчаный раствор	1800	0,76	0,93	9,60	11,09
8. Раствор (песок, известь, цемент)	1700	0,70	0,87	8,95	10,42
9. Известково-песчаный раствор	1600	0,70	0,81	8,69	9,76
10. Цементно-шлаковый раствор	1400	0,52	0,64	7,00	8,11
11. То же	1200	0,47	0,58	6,16	7,15
12. Плиты из гипса	1200	0,41	0,47	6,01	6,70
13. То же	1000	0,29	0,35	4,62	5,28
14. Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,19	0,21	3,34	3,66
II Кирпичные кладки					
15. Глиняного обыкновен. (СТРК 530 – 2002) на цементнопесчаном растворе	1800	0,70	0,81	9,20	10,12
16. Кирпичная кладка из сплошного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	1800	0,76	0,87	9,77	10,90
17. Кирпичная кладка из керамич. пустотного кирпича плотностью 1300 кг/м ³ на цементно-песчаном растворе	1400	0,52	0,58	7,01	7,56
III Дерево, изделия из него и других природных органических материалов					
18. Сосна и ель поперек волокон (ГОСТ 8486-86*Е, ГОСТ 9463-88*)	500	0,14	0,18	3,87	4,54
19. Сосна и ель вдоль волокон	500	0,29	0,35	5,56	6,33

Окончание табл. III

1	2	3	4	5	6
20. Дуб поперек волокон (ГОСТ 9462–88*, ГОСТ 2695–83*)	700	0,18	0,23	5,00	5,86
21. Дуб вдоль волокон	700	0,35	0,41	6,90	7,83
22. Фанера клееная (ГОСТ 3916.1–96) (3916.2–96)	600	0,15	0,18	4,22	4,73
23. Плиты древесноволокнистые и древесностружечные (ГОСТ 4598-86*, ГОСТ 10632-89*)	1000	0,23	0,29	6,75	7,70
24. То же	800	0,19	0,23	5,49	6,13
25. Плиты древесноволокнистые и древесностружечные (ГОСТ 4596-75* ГОСТ 10632-89*)	600	0,13	0,16	3,93	4,43
26. То же	400	0,11	0,13	2,95	3,26
27. То же	200	0,07	0,08	1,67	1,81
28. Арболит (ГОСТ 19222–84) на портландцементе	800	0,24	0,30	6,17	7,16
29. То же	600	0,18	0,23	4,63	5,43
30. То же	400	0,13	0,16	3,21	3,70
31. То же	300	0,11	0,14	2,56	2,99
IV Теплоизоляционные материалы					
17. Плиты мягкие, жесткие и полужесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих	350	0,09	0,11	1,46	1,72
32. То же	300	0,087	0,09	1,32	1,44
33. То же	200	0,076	0,08	1,01	1,11
34. То же	100	0,06	0,07	0,64	0,73
35. То же	50	0,052	0,06	0,42	0,48
36. Пенополистирол	150	0,042	0,045	-	-
37. То же	100	0,047	0,044	-	-
38. Пенополистирол (ГОСТ 15588–86)	40	0,052	0,06	0,89	0,99
39. Пенопласт ПХВ–1	125	0,041	0,052	0,65	0,82
40. То же	100	0,06	0,064	0,86	0,99
41. Пенополиуретан	80	0,05	0,052	0,68	0,70
42. То же	60	0,05	0,05	0,67	0,70
43. То же	40	0,04	0,04	0,40	0,42
30. Гравий керамзитовый	800	0,21	0,23	3,36	3,60
31. Гравий керамзитовый	400	0,13	0,14	1,87	1,99
32. Перлитопластобетон	200	0,052	0,06	0,93	1,01
33. Перлитопластобетон	100	0,041	0,05	0,58	0,66
V Материалы кровельные, гидроизоляционные					
34. Рубероид	600	0,17	0,17	3,53	3,53
VI Металлы					
35. Сталь листовая (профлист) ГОСТ 10884-81	7850	58	58	126,5	126,50

Таблица П2

Определение влажностного режима помещений

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре		
	до 12 °С	св. 12 до 24 °С	св. 24 °С
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

Таблица П3

Условия эксплуатации ограждающих конструкций
в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности по [3]

Влажностный режим помещений (по табл. П2)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по рисунку 2)		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Таблица П4

Термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек по [3]

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $R_{в,п}$ II, ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт			
	горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	при температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,10	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание. При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

Таблица П5

Значение коэффициента теплоотдачи по [3]

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	$\alpha_{в}$, Вт/(м ² ·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию между ребрами $\frac{h}{a} \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $\frac{h}{a} > 0,3$	7,6
3. Зенитных фонарей	9,9
<i>Примечание.</i> Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ внутренней поверхности ограждающих конструкций живодноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии со СНиП 2.10.03-84.	

Таблица П6

Значение коэффициента теплоотдачи для зимних условий

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, $\alpha_{н}$ Вт/(м ² ·°С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительноклиматической зоне)	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительноклиматической зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Таблица П7

Значение коэффициента n по [3]

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1,0
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Таблица П8

Данные для теплотехнического расчета по [1]

Город	Температура холодной пятидневки	Температура отопительного периода	Продолжительность отопительного периода	Город	Температура холодной пятидневки	Температура отопительного периода	Продолжительность отопительного периода
1	2	3	4	1	2	3	4
Барнаул	-39	-8,3	219	Краснодар	-19	1,5	152
Бийск	-38	-8,7	222	Новороссийск	-13	4,4	134
Астрахань	-23	-1,6	172	Караганда	-32	-7,5	212
Уфа	-35	-6,6	214	Красноярск	-39	-7,2	235
Белгород	-23	-2,2	196	Куйбышев	-30	-6,1	206
Брянск	-26	-2,6	206	Курган	-37	-8,7	217
Владимир	-28	-4,4	217	Курск	-26	-3	198
Волгоград	-25	-3,4	182	Ленинград	-26	-2,2	219
Воронеж	-26	-3,4	199	Йошкар-Ола	-34	-6,1	220
Горький	-30	-4,7	218	Саранск	-30	-4,9	210
Иваново	-29	-4,4	217	Москва	-26	-3,6	213
Братск	-43	-10,3	245	Мурманск	-27	-3,3	281
Иркутск	-37	-8,9	241	Новгород	-27	-2,6	220
Тайшет	-40	-8,5	244	Новосибирск	-39	-9,1	227
Киров	-33	-5,8	231	Пенза	-29	-5,1	206
Петрозаводск	-29	-3,3	242	Пермь	-35	-6,4	226

Окончание табл. П8

1	2	3	4	1	2	3	4
Ухта	-31	-4,4	258	Псков	-26	-2	212
Кемерово	-39	-8,8	232	Омск	-37	-9,5	220
Саратов	-27	-5	193	Уренгой	-46	-13	284
Нижний Тагил	-36	-6,6	238	Ижевск	-34	-6	223
Екатеринбург	-35	-6,4	228	Актюбинск	-31	-7,3	203
Томск	-40	-8,8	234	Эмба	-30	-6,9	197
Тамбов	-28	-4,2	202	Барнаул	-33	-6,4	208
Казань	-32	-5,7	218	Уральск	-31	-6,5	199
Сургут	-43	-9,7	257	Чебоксары	-32	-5,4	217
Тюмень	-37	-7,5	220	Челябинск	-34	-7,3	218

Таблица П9

Значение нормируемого температурного перепада по [3]

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt^H , °С,		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п.1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5
3. Производственные с сухим и нормальными режимами	$(t_b - t_p)$, но не более 7	$0,8(t_b - t_p)$, но не более 6	2,5
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$(t_b - t_p)$	$0,8(t_b - t_p)$	2,5
5. Производственные здания со значительными избытками явного тепла (более 23 Вт/м)	12	12	2,5

Обозначения, принятые в табл. П9: t_b - то же, что в формуле (6); t_p - температура точки росы, °С, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым по ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 2.04.05-91 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_o^{эн}$

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $R_o^{эн}$, м ² °С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,30	0,30
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,60	0,40
	8000	4,2	6,2	5,5	0,70	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,50
	12000	5,6	8,2	7,3	0,80	0,55
Общественные, кроме указанных выше, администр. и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,30	0,30
	4000	2,4	3,2	2,7	0,40	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,50	0,40
	8000	3,6	4,8	4,1	0,60	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,70	0,50
	12000	4,8	6,4	5,5	0,80	0,55
Производственные с сухим и нормальными режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,20
	4000	1,8	2,5	1,8	0,30	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,30
	8000	2,6	3,5	2,6	0,40	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,40
	12000	3,4	4,5	3,4	0,50	0,45
Примечание. Промежуточные значения $R_o^{эн}$ следует определять интерполяцией						

Учебно-методическое издание

Здания и сооружения
Методические указания для выполнения расчетно-
графической работы

Лазарева Алианна Александровна
Столопова Юлиана Владимировна

ФГБОУ ВО ИрГАУ
664038, п. Молодежный гл. корпус Иркутского ГАУ