

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тихоокеанский государственный университет»

# **ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Методические указания к выполнению практических занятий  
для студентов специальностей 250401.65 «Лесоинженерное дело»,  
240406.65 «Технология химической переработки древесины»,  
080502.65 «Экономика и управление на предприятии (операции  
с недвижимым имуществом)», 150401.65 «Проектирование технических  
и технологических комплексов» дневной формы обучения

Хабаровск  
Издательство ТОГУ  
2009

УДК 721.011(075)

**Основы** строительного дела, материаловедение : методические указания к выполнению практических занятий для студентов специальностей 250401.65 «Лесоинженерное дело», 240406.65 «Технология химической переработки древесины», 080502.65 «Экономика и управление на предприятии (операции с недвижимым имуществом)», 150401.65 «Проектирование технических и технологических комплексов» дневной формы обучения / сост. Н. В. Васина, Г. М. Соломонова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2009. – 32 с.

Методические указания разработаны на кафедре «Строительное производство». В указаниях излагается методика проектирования промышленного здания, а также последовательность расчета некоторых конструктивных элементов здания.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Строительное производство» и методического совета ДВЛТИ.

Главный редактор *Л. А. Суевалова*  
Редактор *Н. Г. Петряева*

Подписано в печать 27.10.09. Формат 60x84 1/16.  
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 1,86. Тираж 200 экз. Заказ

Издательство Тихоокеанского государственного университета.  
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства  
Тихоокеанского государственного университета  
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская 136.

© Тихоокеанский государственный  
университет, 2009

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель практических работ – получение, закрепление, расширение и углубление необходимых знаний по основам проектирования зданий.

Задачами практических работ являются: приобретение навыков самостоятельной работы при проектировании здания; подготовка к будущей работе над выпускной квалификационной работой (ВКР).

Практические занятия выполняются в аудитории под руководством преподавателя. Перед началом занятий каждый студент получает индивидуальное задание, исходные данные и, при необходимости, нормативно-справочную литературу.

Согласно учебному плану на проведение практических работ для каждой специальности отводится определенное время (табл.1).

*Таблица 1*

### Распределение времени по тематическим разделам

Практическое занятие	Количество часов			
	ХПД	ЛД	ЭОНИ	ПТК
1. Определение размеров производственной части здания в плане	4	4	4	4
2. Расчет состава и размеров административных, санитарно-бытовых помещений	2	3	3	2
3. Теплотехнический расчет наружной стены	4	4	4	4
4. Подбор основных конструктивных элементов здания	2	3	2	2
5. Сбор нагрузок для расчета фундамента.	2	3	2	2
6. Расчет и конструирование фундамента	2	3	2	2
7. Проектирование планов и разрезов здания	-	12	-	-
ИТОГО	16	32	17	16

Методические указания содержат цель, задачи, методику выполнения. При выполнении работ следует учесть, что все практические занятия представляют собой комплекс проектной документации, входящей в технико-рабочий проект, взаимосвязаны между собой и должны выполняться в строгой последо-

вательности, так как результаты предыдущего занятия являются исходной информацией для выполнения последующего.

## **Практическое занятие 1.**

### **Определение размеров производственной части здания в плане**

Проектирование производственного здания начинается с определения основных объемно-планировочных параметров (высота этажа, пролет, шаг колонн).

Размеры производственных помещений зависят от состава и размеров технологического оборудования, выбранного способа компоновки, санитарно-гигиенических, противопожарных разрывов согласно группе производственного процесса, а также от унифицированной габаритной схемы (УГС) промышленного здания.

Размеры разрывов между технологическим оборудованием принимаются по табл. 2.

*Таблица 2*

**Разрывы между технологическим оборудованием**

Место измерения	Обозначение	Расстояние, м статическая нагрузка
1. Между продольной стороной и стеной, между продольными сторонами оборудования	a	0,8
2. Между торцом (стороной) оборудования и стеной	C <sub>1</sub>	0,5
3. Между торцами оборудования, стоящего друг за другом	C <sub>2</sub>	0,6
4. Между стороной (любой) оборудования и воротами	C <sub>3</sub>	0,7

Оптимальные размеры помещения для расстановки оборудования определяются аналитически с использованием (рис. 1, 2).

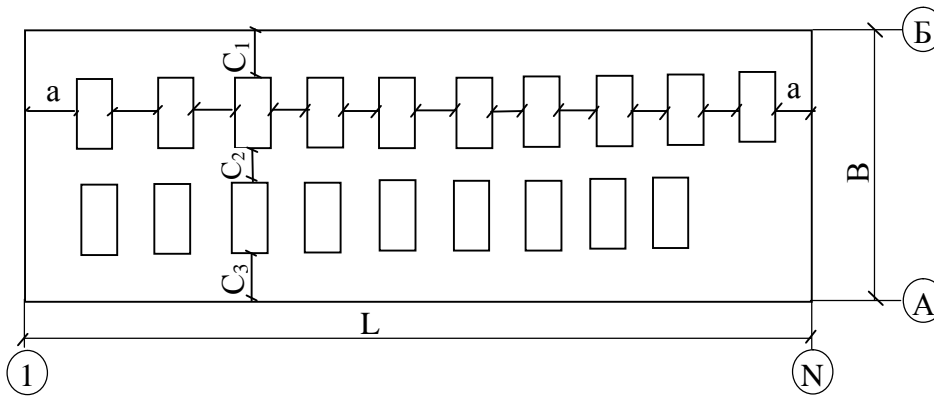


Рис. 1. Двухрядная расстановка оборудования

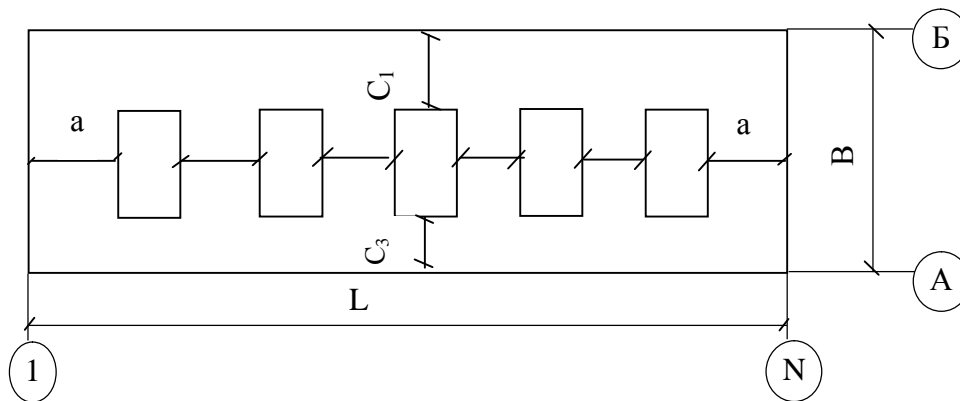


Рис. 2. Однорядная расстановка оборудования

Согласно рис. 1 и 2 минимальная ширина производственных помещений определяется по формулам

$$B = C_1 + C_3 + \mathbf{1} \text{ – при однорядной расстановке;}$$

$$B = C_1 + C_2 + C_3 + 2\mathbf{1} \text{ – при двухрядной расстановке,}$$

где  $\mathbf{1}$  – длина оборудования.

Минимальная длина здания назначается в зависимости от количества единиц оборудования и рядности расстановки его, а также минимальных разрывов между оборудованием.

Полученные размеры округляются до ближайшего большего кратного модулю 60М (согласно УГС и ЕМС). ЕМС – единая модульная система, принятая при проектировании зданий и сооружений

Высота этажа основного цеха назначается в зависимости от высоты технологического оборудования, монтажного зазора, равного 1,2 м, величины пролета и определяется по формуле

$$H_{\text{эт}}=h_{\text{об}}+1,2.$$

При назначении высоты соблюдается градация (кратность высоты этажа на модуль 6М (60 см)).

## **Практическое занятие 2.**

### **Расчет состава и размеров административных и санитарно-бытовых помещений**

Административные и санитарно-бытовые помещения проектируются в пристройке, располагаемой в торце основного цеха в два этажа здания.

Расчет состава оборудования и размеров административных и санитарно-бытовых помещений производится в зависимости от группы производственного процесса по санитарно-гигиеническому режиму.

Размеры всех санитарно-бытовых помещений (кроме гардеробных) и количество единиц оборудования определяются по числу работающих в самой многочисленной смене.

Санитарно-бытовые помещения устраиваются отдельно для мужчин и женщин.

Группа производственного процесса приводится в задании.

*Гардеробные.* Для расчета гардеробных учитывается общее списочное количество работающих, независимо от нагруженности смен. Для процессов Ia и IIa предусматривается совместное хранение всех видов одежды. Для хранения различных видов одежды в гардеробных устанавливаются шкафы с отделениями, имеющими размеры (в осях): глубина 50 см, высота 165 см, ширина 25 или 35 см.

В отделениях шкафов для хранения нескольких видов одежды должны предусматриваться передвижные перегородки.

Гардеробные оборудуются скамьями шириной 25 см, располагаемыми у шкафов по всей длине их рядов. При гардеробных предусматриваются кладовые для хранения чистой и грязной одежды площадью не менее 3 м<sup>2</sup> каждая.

*Душевые.* Количество душевых сеток определяется по расчетному количеству человек на единицу оборудования, работающих в наиболее многочисленной смене (табл. 3).

Душевые проектируются смежно с гардеробными. При душевых предусматриваются преддушевые, которые оборудуются скамьями шириной 30 см и длиной 40 или 80 см на одну душевую сетку. В душевых устанавливаются открытые кабины, ограждаемые с трех сторон, имеющие размеры в плане 0,9×0,9 м. Размещение душевых с преддушевыми у наружных стен не допускается.

Таблица 3

**Нормативные данные для расчета оборудования бытовых помещений**

Группа производственного процесса	Расчетное количество человек		
	на одну душевую сетку		на один кран
	мужчин	женщин	
Иа	-	-	7
Иб	15	12	10
Ив	7	6	10
IIа	7	6	20
IIб, IIг	3	3	20
IIв, IIд	5	4	20

*Умывальные.* Количество человек на один кран в зависимости от группы производственного процесса приводится в табл. 3. Количество кранов в умывальной определяется по расчетному количеству человек, работающих в наиболее многочисленной смене.

Умывальные размещаются смежно с гардеробными, допускается размещать умывальники в гардеробных.

*Ножные ванны* размещаются в гардеробных, преддушевых или умывальных, отводя для одной ванны 1,5 – 2 м<sup>2</sup> площади. Количество ножных ванн определяется по самой многочисленной смене: принимается 50 мужчин и 40 женщин на одну ванну.

*Уборные* проектируются из расчета 15 человек на один санитарный прибор (унитаз или писсуар). Если в смене не более 10 работающих, то можно устроить общую уборную для мужчин и женщин. Вход в уборную устраивается через шлюз (тамбур), в котором размещаются умывальники (из расчета один умывальник на 4 унитаза (писсуара), но не менее одного умывальника и курительные.

*Курительные* предусматриваются, если курение в производственных помещениях запрещено. Площадь курительной определяется из расчета  $0,03 \text{ м}^2$  на одного мужчину и  $0,01 \text{ м}^2$  на одну женщину, но не менее  $9 \text{ м}^2$  на одну курительную.

*Помещения для отдыха* в рабочее время проектируются, если работа выполняется в неблагоприятных условиях. Такие помещения оборудуются умывальниками, питьевыми установками, кипятильниками. Площадь помещения для отдыха определяется по норме  $0,2 \text{ м}^2$  на одного работающего в наиболее многочисленной смене, но не менее  $18 \text{ м}^2$ .

*Комната для приема пищи* предусматривается при числе работающих в многочисленной смене до 30 человек, из расчета  $1 \text{ м}^2$  на одного работающего, но не менее  $12 \text{ м}^2$ .

В табл. 4 приводится форма расчета состава размеров и количества оборудования бытовых помещений с примером заполнения. В примере всего работающих 80 человек, в том числе мужчин – 50, женщин – 30. В многочисленной смене – 20 женщин и 30 мужчин.

Расчет состава административных и санитарно-бытовых помещений производится согласно группе производственного процесса по [10] по табл. 5.



Таблица 4

## Расчет административных и санитарно-бытовых помещений

Помещение	Расчетное количество пользующихся человек	Количество человек на единицу оборудования по СНиП	Ориентировочная площадь на единицу оборудования, м <sup>2</sup>	Требуется	
				Единица оборудования, шт.	Площадь, м <sup>2</sup>
<i>Женские санитарно-бытовые помещения</i>					
1. Гардероб уличной и домашней одежды	30	1	1	30	30
2. Гардероб спецодежды	30	1	1	30	30
3. Душевые	20	4	4÷6	5	25
4. Умывальная	20	20	1,5÷2	1	2
5. Уборная	20	15	4÷5	2	10
6. Ножные ванны	20	40	1,5÷2	1	2
7. Комната личной гигиены женщин	20	100	4÷6	1	5
			<b>Итого</b>	<b>женские</b>	<b>104</b>
<i>Мужские санитарно-бытовые помещения</i>					
8. Гардероб уличной и домашней одежды	50	1	1÷1,5	50	50
9. Гардероб спецодежды	50	1	1÷1,5	50	50
10. Душевые	30	5	4÷6	6	30
11. Умывальная	30	20	1,5÷2	1	2
12. Уборная	30	15	4÷5	2	10
13. Ножные ванны	30	50	1,5÷2	1	2
			<b>Итого</b>	<b>мужские</b>	<b>153</b>
<i>Общие санитарно-бытовые помещения</i>					
14. Курительная	30	–	0,03×30	1	9
15. Комната отдыха	50	–	0,2×50	1	18
16. Комната для чистки и сушки спецодежды	50	–	–	–	12
			<b>Итого</b>	<b>общие</b>	<b>30</b>
Коридоры, проходы (около 10% площади)	–	–	–		<b>287</b>
				<b>Итого</b>	<b>315</b>
				<b>Всего</b>	<b>315</b>

Расчетная площадь административных и санитарно-бытовых помещений составляет  $F_{\text{расч.}} = 315 \text{ м}^2$ .

Расчетная площадь ( $F_{\text{расч.}}$ ) сравнивается с фактической проектной площадью ( $F_{\text{факт.}}$ ), которая определяется по формуле

$$F_{\text{факт}} = B \times d \times 2.$$

где  $B$  – пролет цеха, определяемый на практическом занятии 1;  $d$  – шаг колонн равный 6,0 м; 2 – количество этажей.

Если  $F_{\text{факт}} > F_{\text{расч.}}$ , то административные и санитарно-бытовые помещения проектируются на одном шаге колонн, а если  $F_{\text{факт}} < F_{\text{расч.}}$ , то помещения располагаются на двух шагах колонн; площадь, в таком случае, определяется по формуле

$$F_{\text{факт}} = B \times 2d \times 2.$$

Расчет состава административных и санитарно-бытовых помещений производится согласно группе производственного процесса по [10], по табл. 5.

Таблица 5

**Классификация производств по санитарно-гигиеническому режиму**

Группа	Подгруппа	Санитарная характеристика процессов и требуемые специальные помещения и устройства
I	а	Процессы в помещениях с нормальными метеоусловиями: - вызывающими незначительное загрязнение рук и специальной одежды – ножные ванны
	б	- вызывающие загрязнения рук, специальной одежды, а в отдельных случаях и тела – душевые, ножные ванны
	в	- вызывающие загрязнения рук, специальной одежды и тела – душевые, ножные ванны
	а	Производственные процессы в неблагоприятных метеоусловиях, при значительных выделениях влаги, пыли, особо загрязняющих веществ, кроме вредных - при значительных избытках явного тепла, в основном конвекционного – душевые, ножные ванны

		<i>Окончание табл. 5</i>
Группа	Подгруппа	Санитарная характеристика процессов и требуемые специальные помещения и устройства
II	б	- при значительных избытках явного тепла, в основном лучистого – душевые, полудуши или кабины охлаждения
	в	- связанные с воздействием влаги, вызывающие намокание спецодежды и обуви – душевые, помещения и устройства для обработки спецодежды и обуви, ножные ванны
	г	- связанные с воздействием пыли и особо загрязняющих веществ; при подземных работах – душевые, помещения для мытья, сушки, обеспыливание спецодежды и обуви, респираторные
	д	- при температуре воздуха на рабочих местах ниже +10 °С при работах на открытом воздухе – душевые, ножные ванны, помещения для обогрева, респираторные помещения и устройства для обработки спецодежды
III	а, б в, г	Производственные процессы с резко выраженными факторами
IV	а, б	Производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения качества продукции

Показатели, приведенные в табл. 5, соответствуют нормам СНиПа [10].

### Практическое занятие 3

#### Теплотехнический расчет наружной стены

Теплотехнический расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Определение требуемого сопротивления теплопередаче –  $R_o^{mp}$ ;
2. Определение толщины наружной стены –  $\delta_{ст}$ ;
3. Унификация найденной толщины стены;
4. Определение показателя ГСОП;

Выбор приведенного сопротивления теплопередаче  $R_i^{ид\acute{e}a}$  по таблице в соответствии с показателем ГСОП;

Определение толщины утеплителя –  $\delta_{ут}$ ;

Проверка найденной толщины стены по массивности  $D$  с учетом унифицированной толщины основного слоя и утеплителя.

Теплотехнический расчет наружной стены выполняется на основании [4, 5] и сводится к определению ее толщины, необходимой и достаточной для

поддержания нормального температурно-влажностного режима в помещениях. В зависимости от заданного района строительства и материала стен студенту предлагается выполнить расчет наружной стены каркасной части здания (основного цеха).

Требованием теплотехнического расчета является условие

$$R_0 \geq R_0^{\text{TP}},$$

где  $R_0$  – общее сопротивление теплопередаче стены,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;  $R_0^{\text{TP}}$  – требуемое по санитарным нормам проектирования,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

$R_0^{\text{TP}}$  определяется по формуле

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}}} \cdot R_{\text{в}},$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху (для наружных стен  $n=1$ );  $t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха, принимается в зависимости от группы производственного процесса (табл. 7),  $\text{°C}$ ;  $t_{\text{н}}$  – расчетная зимняя температура наружного воздуха, принимается, с учетом следующих указаний:

а) для «массивных» конструкций (стены из кирпича, толщиной более 380 мм, крупных железобетонных блоков с объемным весом  $\rho_0 > 10 \text{ кН}/\text{м}^3$ ) – температура средняя наиболее холодной пятидневки,  $t_x^5$ ,  $\text{°C}$ ;

б) для конструкций «средней массивности» (стены из кирпича толщиной до 350 мм, из крупных шлако- и керамзитобетонных блоков, железобетонных панелей с объемным весом  $8 \leq \rho_0 \leq 10$ ) – средnezимняя температура наружного воздуха,  $t_{\text{ср. з.}}$ ,  $\text{°C}$ ;

в) для «легких» конструкций (панельные стены из керамзитобетона, шлакобетона, туфобетона с объемным  $\rho_0 < 8$ ) – температура наиболее холодных суток,  $t_{\text{хс}}$ ,  $\text{°C}$ .

$\Delta t^H$  – нормативный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности стены, принимается по табл. 8;  $R_B$  – сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности стены, определяется по формуле

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B},$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент тепловосприятия внутренней поверхности стены, Вт/м<sup>2</sup>·°C);  $\alpha_B$  – величина постоянная, равна 7,5 Вт/(м<sup>2</sup>·°C), следовательно,  $R_B = 0,133$  м<sup>2</sup>·°C/Вт.

При прохождении тепла через ограждающую конструкцию (стену) возникает общее сопротивление теплопередаче, которое определяется по формуле

$$R_0 = R_B + R + R_H,$$

где  $R$  – термическое сопротивление наружной стены, определяется по формуле

$$R = \frac{\delta_{CT}}{\lambda},$$

где  $\delta_{CT}$  – толщина стены, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°C) принимается по табл. 9;  $R_H$  – сопротивление теплоотдаче наружной поверхности стены, определяемое по формуле

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H},$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены, Вт/м<sup>2</sup>·°C;  $\alpha_H$  – величина постоянная, равная 20, следовательно  $R_H = 0,05$  (м<sup>2</sup>·°C)/Вт.

Так как стена однослойная, то  $R_0$  определяется по формуле

$$R_0 = R_B + \frac{\delta_{CT}}{\lambda} + R_H.$$

Толщина стены выражается из формулы

$$\delta_{\text{СТ}} = (R_{\text{O}} - R_{\text{В}} - R_{\text{Н}}) \cdot \lambda_{\text{СТ}}.$$

Согласно требованию теплотехнического расчета

$$R_{\text{O}} = R_{\text{O}}^{\text{ТР}}.$$

Следовательно,

$$\delta_{\text{СТ}} = (R_{\text{O}}^{\text{ТР}} - R_{\text{В}} - R_{\text{Н}}) \cdot \lambda_{\text{СТ}}.$$

Полученное значение толщины стены  $d_{\text{ст}}$  унифицируется по табл. 10.

Согласно постановлению Минстроя России от 11 августа 1995 № 18-81 принято и введено в действие с 1 сентября 1995 г. изменение № 3. [4]

Этим постановлением установлено, что, начиная с 1 июля 1996 г., новое строительство, реконструкция и капитальный ремонт зданий должны осуществляться с повышенными требованиями к теплозащите ограждающих конструкций.

С учетом вышеизложенного, в дальнейших расчетах  $R_{\text{O}}^{\text{прив}}$  принимается по [4] или по табл. 6 в зависимости от показателя градусо-суток отопительного периода (ГСОП), который определяется по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от.пер}}) Z_{\text{от. пер}},$$

где  $t_{\text{в}}$  – принимается по табл. 7;  $t_{\text{от.пер}}$  – средняя температура отопительного периода, °С, принимается по исходным данным;  $Z_{\text{от. пер}}$  – продолжительность, отопительного периода со среднесуточной температурой воздуха  $\leq 8$  °С сут., исходным данным.

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{\text{O}}^{\text{прив}}$  приведено в табл. 6.

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{прив}$		
Здания и помещения	ГСОП, °С, сут	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен ( $m^2 \cdot °C$ )/Вт после 2000 г.
1. Общественные, административно-бытовые, за исключением помещений с влажным и мокрым режимом	2000	1,6
	4000	2,4
	6000	3,0
	8000	3,6
	10000	4,2
	12000	4,8
2. Производственные с нормальным и сухим режимом	2000	1,4
	4000	1,8
	6000	2,2
	8000	2,6
	10000	3,0
	12000	3,4

$R_o^{прив}$  определяется путем интерполяции.

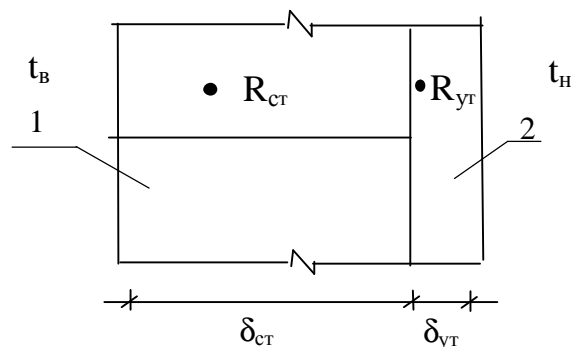
Пример определения приводится ниже

ГСОП	4000	5200	6000
$R_o^{прив}$	1,8	X	3,2

$$\delta = 1,8 + \frac{0,4 + (5200 - 4000)}{6000 - 4000} = 2,04 \quad (i^2 \cdot \tilde{N}) / \hat{A} \delta .$$

После получения  $R_o^{прив}$  определяется толщина утеплителя. Утеплитель располагается на наружной поверхности стены. Материал утеплителя подбирается по табл. 9.

На рис. 3 приводится разрез наружной стены с утеплителем.



1 – основной слой стены (кирпич, шлакобетон и т. д.); 2 - утеплитель

Рис. 3. Разрез наружной стены

Толщина утеплителя  $\delta_{\text{ут}}$  выражается из формулы

$$R_o^{\text{прив}} = (R_B + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + R_H),$$

$$\delta_{\text{ут}} = (R_o^{\text{прив}} - R_B - \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} - R_H)\lambda_{\text{ут}}.$$

После выполнения расчета проверяется, правильно ли принята массивность стены. Степень массивности стен устанавливается по показателю их тепловой инерции  $D, \text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ , определяемой по формуле для каменных стен

$$D = \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} S_{\text{ст}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} S_{\text{ут}}.$$

где  $S$  – коэффициент теплоусвоения материала стены и утеплителя, принимается по табл. 9.

Стены считаются легкими при  $D \leq 4$ ; средней массивности – при  $4 < D \leq 7$ ; массивности – при  $D > 7$ .

Если при проверке степень массивности оказалась такой, какой была принята в начале расчета при назначении  $t_n$ , то теплотехнический расчет выполнен правильно. В противном случае необходимо сделать вывод о том, что расчет не прошел проверку и необходимо произвести пересчет толщины наружной стены, сам пересчет производить не следует.

Расчетные температуры внутреннего воздуха  $t_v$  приведены в табл. 7.

Таблица 7

**Расчетные температуры внутреннего воздуха  $t_v$**

Помещение	$t_v, ^\circ\text{C}$
1. Производственные помещения с незначительным выделением тепла:	
а) категория работы – легкая	20-22
б) категория работы – средней тяжести	17-19
в) категория работы – тяжелая	16-18
2. Гардеробные и преддушевые	23
3. Душевые	25

Нормируемые величины температурного периода  $\Delta t^H$  приведены в табл. 8



### Нормируемые величины температурного периода $Dt^{\text{н}}$

Помещение	Не более	
	для стен	для перекрытий
1. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий	7	5,5
2. Производственные отапливаемые помещения с сухим режимом (менее 50 % влажности) (II а, IIб)	10	8
3. Производственные отапливаемые помещения с нормальным режимом (влажность от 50 до 60 %) (Iа, Iб, Iв)	8	7
4. Производственные отапливаемые помещения с повышенной влажностью (более 60 %) (III в)	6	5

Теплотехнические характеристики строительных материалов приведены в табл. 9

Таблица 9

### Теплотехнические характеристики строительных материалов

Материал	Объемный вес $\rho_0$ , кН/м <sup>3</sup>	Коэффициент		
		теплопроводности $\lambda$ , Вт/м·°С	теплоусвоения $S$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°С	
1. Железобетон	25	1,75	16,1	
2. Бетон тяжелый	24	1,65	15,36	
3. Шлакобетон (на доменных шлаках) в зависимости от $\rho_0$	18	0,7	9,58	
	16	0,6	8,38	
	14	0,5	7,14	
	12	0,45	6,4	
	10	0,4	6,0	
4. Керамзитобетон и керамзитопенобетон в зависимости от $\rho_0$	12	0,45	6,49	
	10	0,38	5,44	
	8	0,25	3,1	
	5	0,15	2,21	
5. Бетоны ячеистые (газо-, пено-, пемзо-, туфобетоны, пеносиликаты, пенобетон) в зависимости от $\rho_0$	12	0,4	6,49	
	10	0,35	5,44	
	8	0,3	3,1	
	5	0,21	2,21	
6. Аглопоритобетон и бетон на котельных шлаках в зависимости от $\rho_0$	12	0,46	6,34	
	10	0,4	5,66	
	8	0,35	4,33	
7. Кладка на цементно-песчаном растворе из кирпича:				
	а) глиняного обыкновенного	18	0,7	8,68
	б) пустотелого	16	0,6	7,86
	в) силикатного	14	0,5	6,47
		18	0,75	9,37

Окончание табл. 9

Материал	Объемный вес $\rho_0$ , кН/м <sup>3</sup>	Коэффициент	
		теплопроводности $\lambda$ , Вт/м·°С	теплоусвоения $S$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°С
8. Известково-песчаный раствор и штукатурка из него	16	0,7	8,36
9. Фанера клееная	6	0,15	3,99
10. Плиты минераловатные на битумном вяжущем	3	0,09	1,31
11. Плиты фибролитовые	8	0,20	6,17
12. Плиты арболитовые	6	0,12	4,63
	4	0,08	3,21
	3	0,07	2,56
13. Сосна, ель поперек волокон вдоль волон	5	0,09	3,87
	5	0,18	5,56
14. Плиты древесноволокнистые и древесностружечные	10	0,15	6,75
	8	0,13	5,49
	6	0,11	3,93
	4	0,08	2,95
	2	0,06	1,67
15. Плиты камышитовые	3	0,07	2,31
	2	0,06	1,67
16. Плиты торфяные	3	0,064	2,12
17. Пакля	2	0,052	1,6
18. Пенополистирол	1,5	0,05	0,89
	1	0,041	0,65
	0,4	0,038	0,41
19. Пенопласт ПХВ-1	1,25	0,052	0,86
	1	0,041	0,68
	0,8	0,041	0,67
20. Гравий керамзитовый	8	0,18	3,36
	6	0,14	2,62
	4	0,12	1,87
	3	0,108	1,52
	2	0,099	1,27
21. Маты минераловатные	1,25	0,056	0,73
	0,75	0,052	0,55
	0,50	0,048	0,42

Таблица 10

## Унифицированная толщина наружной стены из различных материалов

Материал наружной стены	Толщина, мм	
Кирпичная кладка в:	1,5 кирпича	380
	2,0 кирпича	510
	2,5 кирпича	640
	3,0 кирпича	770
Крупноблочная	400; 500	
Панельная:		
а) однослойная сплошного сечения	160; 200; 300; 400	
б) многослойная бетонная	200; 250; 300	
в) арболитовая	200; 250; 300	
г) деревянная клеефанерная с минераловатным утеплителем	110; 160; 200	

Данные конструктивные элементы проектируются и выпускаются промышленностью строительных материалов в соответствии с требованиями стандартизации, типизации и унификации.

#### Практическое занятие 4

##### Подбор основных конструктивных элементов здания

На основании результатов практических занятий 1, 2, 3 производится подбор основных конструктивных элементов здания. Каждым студентом по исходным данным и размерам здания производится подбор конструкций согласно УГС и данным методическим указаниям.

**Колонны.** Подбираются согласно высоте этажа по табл. 11, в которой приведены характеристики сборных железобетонных колонн бескрановых зданий при шаге колонн 6 м.

Таблица 11

Маркировка колонн

Высота этажа	Марка	Длина, м	Сечение, м	Вес, кН
4,2	КП-П-3	5,1	0,4 × 0,4	20
4,8	КП-П-6	5,7	0,4 × 0,4	23
6,0	КП-П-12	6,9	0,4 × 0,4	28
7,2	КП-П-19	8,1	0,4 × 0,4	32

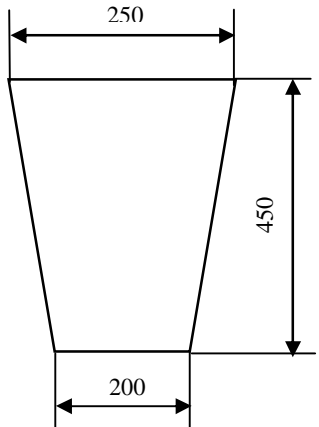
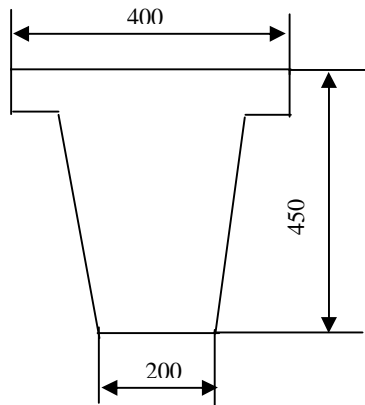
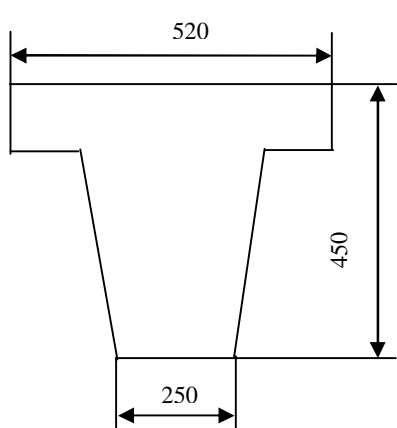
**Фундаментные балки.** Проектируются для зданий с наружными панельными стенами. Не устанавливаются фундаментные балки в тех пролетах (шаг колонн), где имеются ворота, или для стен, выполненных из кирпичной или блочной кладки. Для таких стен устанавливается ленточный фундамент.

Фундаментные балки подбираются по каталогу сборных железобетонных конструкций в зависимости от массивности стен.

Характеристика фундаментных балок при шаге колонн 6 м приводится в табл. 12, 1-я балка – для легких стен, 2-я балка – для стен средней массивности, 3-я балка – для массивных стен.

Таблица 12

## Характеристика фундаментных балок

Номер-балки	Сечение	Марка	Длина, мм	Вес, кН
1		ФБ6-1	5050	13
2		ФБ6-12	5050	15
3		ФБ6-29	5050	19

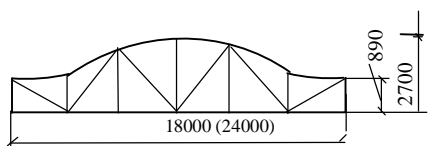
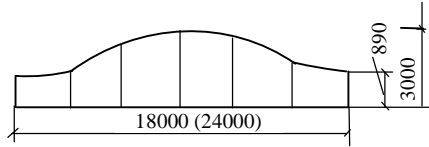
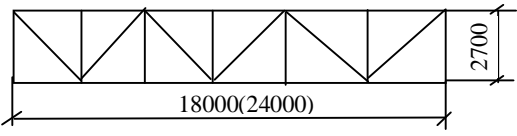
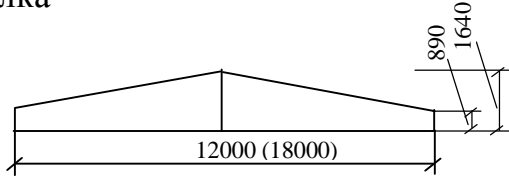
**Конструкция покрытия.** Покрытие промышленных зданий состоит из двух частей – несущей (балка, ферма) и ограждающей, состоящей из плит покрытия и конструкции кровли с утеплителем.

В задании на практическое занятие студенту задается несущая конструкция покрытия; ограждающая часть приводится независимо от типа кровли в виде веса на  $1 \text{ м}^2$  ( $q_{\text{очп}}$ ).

В табл. 13 приводятся основные характеристики несущих конструкций покрытия. Подбор производится по ширине здания (величина пролета В).

Таблица 13

## Характеристика ферм и балок

Конструкция	Пролет, м	Вес, кН	Высота, мм	
			на опоре	в середине пролета
1. Ферма сегментная 	18 24	60 112	890 890	2735 3315
2. Ферма безраскосная 	18 24	65 117	890 890	3000 3300
3. Ферма с параллельными поясами 	18 24	80 117	2700 2700	2700 2700
4. Балка 	12 18	41 91	890 890	1390 1640

Заводы железобетонных изделий (ЖБИ) выпускают несущие конструкции покрытия в соответствии с стандартизацией, типизацией и унификацией.

### Практическое задание 5.

#### Сбор нагрузок для расчета фундамента

Для проектирования (расчета и конструирования) фундамента определяется нагрузка, действующая на фундамент.

В зависимости от продолжительности действия нагрузки делятся на постоянные и временные.

При расчете фундамента учитываются нагрузки:

- постоянные – от веса частей здания;
- временные – снеговая.

Постоянные нагрузки берутся по данным каталогов сборных железобетонных конструкций (табл. 11, 12, 13) или вычисляются по проектным размерам и объемным массам с соответствующим коэффициентом перегрузки  $n$  (табл. 14).

Таблица 14

#### Коэффициент перегрузки

Конструктивный элемент, часть здания	Обозначение коэффициента	Значение коэффициента
1. Сборные железобетонные конструкции	$n_1$	1,1
2. Устройство стен (кладка, панели, блоки)	$n_2$	1,2
3. Кровля (ограждающая часть покрытия)	$n_3$	1,3
4. Снеговая нагрузка	$n_4$	1,4

Снеговая нагрузка принимается в зависимости от района РФ по [4] или табл. 15.

Таблица 15

#### Вес снегового покрова

Район снеговой нагрузки	Вес, кН/м <sup>2</sup>
I	0,5
II	0,7

Район снеговой нагрузки	Вес, кН/м <sup>2</sup>
III	1
IV	1,5
V	2

Для сбора нагрузок определяется наиболее нагруженный фундамент, т. е. имеющий наибольшую грузовую площадь  $F_{гр}$ . На рис. 4 приводятся размеры грузовых площадей крайних и средних колонн однопролетного здания.

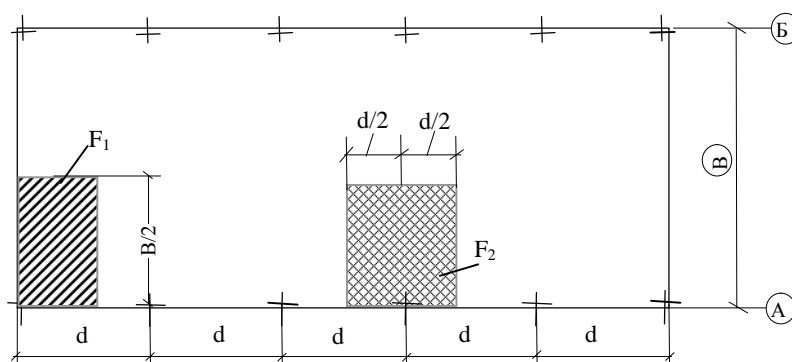


Рис. 4. Грузовая площадь

Грузовая площадь для крайней колонны крайнего ряда определяется по формуле

$$F_1 = \frac{B}{2} \cdot \frac{d}{2} = \frac{B \cdot d}{4},$$

где  $B$  – пролет здания, м;  $d$  – шаг колонн,  $d = 6$  м.

Грузовая площадь для средней колонны крайнего ряда определяется по формуле

$$F_2 = \frac{B}{2} \cdot d = \frac{B \cdot d}{2}.$$

Наиболее нагруженным будет фундамент с грузовой площадью  $F_2$ . Расчетная нагрузка определяется как сумма всех постоянных и временных нагрузок ( $\sum P$ ):

$$\sum P = P_k + P_{нчп} + P_{фб} + P_{очп} + P_{сп} + P_{ст},$$

где  $P_k$  – вес колонн, кН;  $P_{нчп}$  – вес несущей части покрытия: фермы, балки;

$P_{фб}$  – вес фундаментной балки, кН;  $P_{очп}$  – вес ограждающей части покрытия, действующей в зоне грузовой площади, кН;  $P_{сп}$  – снеговая нагрузка, действующая в зоне грузовой площади, кН;  $P_{ст}$  – вес стены, кН;  $P_{кр}$  – вес крановой нагрузки, кН.

Подсчет суммарной нагрузки производится в табличной форме. В табл. 16 приводится пример расчета.

Таблица 16

### Расчет нагрузок на фундамент

Нагрузка	Вес, ед. Р, кН	Вес, на 1м <sup>2</sup> q, кН/м <sup>2</sup>	Объемный вес, ρ <sub>о</sub> , кН/м <sup>3</sup>	Формула подсчета	Расчет нагрузок ,кН
1	2	3	4	5	6
1. Колонна	28			$P_k \cdot n_1$	$28 \cdot 1,1 = 30,8$
2. Ферма или балка	91			$0,5 \cdot P_{нчп} \cdot n_1$	$0,5 \cdot 91 \cdot 1,1 = 50,05$
3. Фундаментная балка	18			$P_{фб} \cdot n_1$	$18 \cdot 1,1 = 19,8$
4. Покрытие (ограждающая часть)		2,5		$q_{очп} \cdot F_{гр} \cdot n_3$	$2,5 \cdot 54 \cdot 1,3 = 175,5$
5. Вес снегового покрова		1,5		$q_{сп} \cdot F_{гр} \cdot n_4$	$1,5 \cdot 54 \cdot 1,4 = 113,4$
6. Вес стены			17	$(d \cdot h_{ст} - F_{ок}) \cdot x$ $(\delta_{ст} \cdot \rho_0^{ст} + \delta_{ут} \cdot \rho_0^{ут})$	$(6 \cdot 9,4 - 3 \cdot 3,6) \cdot (0,4 \cdot 1,6 + 0,05 \cdot 1) \cdot 1,2 = 347,47$
Итого суммарная нагрузка $\sum P$					734,02 кН

Расчетная суммарная нагрузка на фундамент составляет  $\Sigma P = 734,0$  кН.

Обозначения, принятые в табл.16 (графа 5) «Формула подсчета».

$P_{нчп}$ ,  $P_{фб}$ ,  $P_{очп}$  – вес единицы каркаса (табл. 11, 12,13);

$n_{1-4}$  – коэффициенты перегрузки (табл. 14);

$q_{очп}$  – вес 1 м<sup>2</sup> ограждающей части покрытия;

$q_{сп}$  – вес снегового покрова (табл. 14);



$F_{гр}$  – грузовая площадь,  $m^2$ ;

$d$  – шаг колонн (6 м);

$h_{ст}$  – высота стены, м (рис. 7, 8);

$F_{ок}$  – площадь проема в стене (окно или ворота),  $m^2$ ;

$\delta_{ст}$  – толщина стены с утеплителем, м (результат практического занятия 3);

$r_0^{cm}$  – объемная масса материала стены,  $kH/m^3$ .

## Практическое занятие 6

### Расчет и конструирование фундамента

Основная задача проектирования фундаментов состоит в определении площади подошвы, глубины заложения и размеров ступеней.

Под железобетонные колонны с размером сечения  $400 \times 400$  мм устраиваются столбчатые квадратные фундаменты с унифицированными размерами подколонника (стакана) в плане  $900 \times 900$  мм, номинальной глубиной стакана – 750 мм. Подколонник опирается на плиту, которая может устраиваться высотой 0,3 м. Отношение вылета фундаментной плиты к её высоте допускается не более 1:2.

Унифицированные размеры фундаментной плиты принимаются по модулю 3М (30 см), т. е.  $1,2 \times 1,2$  м;  $1,5 \times 1,5$  м;  $1,8 \times 1,8$  м и т. д. Унифицированная глубина заложения фундамента ( $h_{ф}$ ) принимается кратной 30 см. Минимальная глубина заложения фундамента назначается равной 1,2 м.

Важным фактором при расчете фундамента является глубина заложения (высота фундамента), которая назначается в зависимости от вида грунта основания, его физико-механических свойств, расчетной глубиной среднего промерзания грунта ( $H_{np}^P$ ) и положения уровня грунтовых вод (УГВ) в соответствии с указаниями табл. 17.

Расчетная глубина сезонного промерзания грунта определяется по формуле

$$H_{\text{пр}}^P = H_{\text{пр}}^H \cdot m_t,$$

где  $H_{\text{пр}}^H$  - нормативная глубина промерзания грунта, определяемая по изотермическим картам РФ или по [4], м;  $m_t$  - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания на промерзаемость грунта. Принимается по [6] или по табл. 17.

Таблица 17

Значение коэффициента  $m_t$ 

Конструктивное решение здания	Коэффициент при расчетной $t_B$ , °C			
	5	10	15	20
1. Здание без подвала с полами на грунте	0,8	0,7	0,6	0,5
2. Здание с подвалом	0,7	0,6	0,5	0,4

На выбор глубины заложения фундамента, кроме уровня грунтовых вод (УГВ) и глубины промерзания, влияют также:

- наличие подвалов в здании;
- наличие фундаментов соседних зданий;
- глубина подвода коммуникаций и др.

По табл. 18 с учетом перечисленных факторов назначается глубина заложения фундамента.

Таблица 18

## Глубина заложения фундамента

Вид грунта и его характеристика	Глубина заложения фундамента ( $h_{\text{ор}}$ ) в зависимости от уровня грунтовых вод (УГВ)	
	УГВ $\leq H_{\text{пр}}^P + 2$	УГВ $> H_{\text{пр}}^P + 2$
1. Скальные, крупнообломочные, гравелистые, пески крупные и средней крупности	назначается конструктивно, не зависит от $H_{\text{пр}}^P$	назначается конструктивно, не зависит от $H_{\text{пр}}^P$
2. Пески мелкие и пылеватые	$h_{\text{ф}}$ не менее $H_{\text{пр}}^P$	$h_{\text{ф}}$ назначается конструктивно, не зависит от $H_{\text{пр}}^P$

Вид грунта и его характеристика	Глубина заложения фундамента ( $h_{op}$ ) в зависимости от уровня грунтовых вод (УГВ)	
	УГВ $\leq H_{пр}^p + 2$	УГВ $> H_{пр}^p + 2$
3. Супеси с $J_i < 0$	УГВ $\leq H_{пр}^p + 2$	УГВ $> H_{пр}^p + 2$
4. Супеси с $J_i \geq 0$	$h_{\phi}$ не менее $H_{пр}^p$	$h_{\phi}$ не менее $H_{пр}^p$
5. Суглинки и глины с $J_i \geq 0,25$	$h_{\phi}$ не менее $H_{пр}^p$	$h_{\phi}$ не менее $H_{пр}^p$
6. Суглинки и глины с $J_i < 0,25$	$h_{\phi}$ не менее $H_{пр}^p$	не менее $1/2 H_{пр}^p$

После назначения глубины заложения подошвы фундамента определяются основные размеры: площадь и размеры сторон. Расчет размеров подошвы фундамента производится по несущей способности грунта основания – по первому предельному состоянию (на прочность).

При центральном действии нагрузки площадь подошвы фундамента  $F_{\phi}$  определяется из условия равновесия всех сил, приложенных к нему, по формуле

$$F_{\phi} = \frac{\sum P}{R_p - b \cdot h_{\phi} \cdot r_o^{\phi}},$$

где  $\sum P$  – суммарная нагрузка, определяемая расчетом (таб. 16), кН;  $R_p$  – расчетное сопротивление грунта основания (несущая способность грунта),  $\text{кН/м}^2$ , определяется по [7] или табл. 19;  $\beta$  – коэффициент, учитывающий разницу в объемных массах материала фундамента и грунта основания, лежащего на уступах фундамента. В практических расчетах для железобетонных фундаментов  $\beta \cdot \rho_o^{\phi} = 20 \text{ кН/м}^3$ ;  $\rho_o^{\phi}$  – объемная масса материала фундамента для железобетонных фундаментов  $\rho_o^{\phi} = 25 \text{ кН/м}^3$ ;  $h_{\phi}$  – глубина заложения фундамента, м (табл. 18).

Для железобетонных фундаментов формула примет вид

$$F_{\phi}^{\text{жб}} = \frac{\sum P}{R_h - 20 \cdot h_{\phi}},$$

После определения площади подошвы фундамента  $F_{\phi}$ , начинается конструирование, определяется количества уступов, размеров сторон подошвы.

Для квадратных фундаментов под колонну  $b = \sqrt{F_{\phi}}$ .

После проведения всех расчетов вычерчивается разрез фундамента (вид сбоку) (рис. 5).

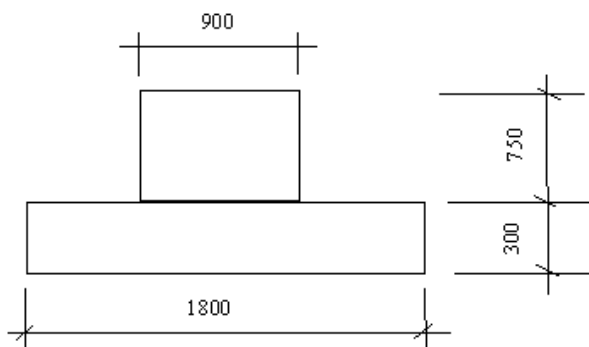


Рис. 5. Фундамент под колонну

Таблица 19

### Расчетное сопротивление грунтов

Вид грунта и его характеристики		Несущая способность грунта R, кН/м <sup>2</sup>	
1. Крупнообломочные грунты:			
а) галечниковые, щебеночные		600	
б) гравийные из кристаллических пород		500	
в) гравийные из осадочных пород		300	
2. Песчаные грунты:		Плотные	Средней плотности
а) крупные		600	500
б) средней крупности		500	400
в) мелкие, маловлажные		400	300
г) мелкие, насыщенные водой		300	200
д) пылеватые, маловлажные		300	250
е) пылеватые, влажные		200	150
ж) пылеватые, насыщенные водой		150	100
3. Глинистые грунты:		Показатель текучести	
	Коэффициент пористости $\epsilon$	$J_i=0$	$J_i=1$
а) супеси			
	0,5	300	300
	0,7	250	200
б) суглинки	0,5	300	250
	0,7	250	180
в) глины	1,0	200	100
	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,0	280	180
	1,1	250	100

Показатели, приведенные в табл. 19, соответствуют нормам СНИПа [6].

## **Практическое занятие 7**

### **Проектирование плана и разрезов здания**

#### **Оформление графического раздела**

Архитектурно-строительные чертежи выполняются с нанесением координационных осей. Поперечные и продольные координационные оси выносятся за контур чертежа и заканчиваются кружками диаметром 8-10 мм, в которых дается маркировка осей. Поперечные оси обозначаются арабскими цифрами, начиная с цифры 1, слева направо; продольные – заглавными буквами русского алфавита, начиная с буквы А, снизу вверх. Затем вычерчиваются контуры колонн, стен и перегородок. Колонны, стены и перегородки вычерчиваются на плане с соблюдением правил привязки. Вычерчиваются окна, двери, ворота, лестницы, санитарно-техническое оборудование. Наносятся размерные линии с простановкой размеров и отметок; выполняются необходимые надписи на чертежах.

На чертеже плана вдоль наружных стен наносятся размерные линии, где проставляются размеры в миллиметрах и положение секущих плоскостей для выполнения разрезов.

На разрезах показываются конструкции, как попавшие в секущую плоскость, так и оставшиеся за ней, грунт и элементы конструкций, расположенные ниже фундаментных балок и верхней части ленточных фундаментов, на разрезах не показываются. Пол на грунте дается одной сплошной толстой линией; пол на перекрытии и кровля – одной сплошной тонкой линией, независимо от числа слоев в конструкции.

Внутри контура разрезов указываются отметки чистого пола этажей, низа несущей конструкции покрытия. За пределами контура чертежа приводятся следующие отметки: уровня земли, низа и верха оконного проема, карниза, конька. На разрезах указываются расстояния между координационными осями

и пролет. На одном из разрезов приводятся выносимые надписи, где указываются состав и толщина слоев конструкций покрытия («флажок»).

Для окончательной обводки конструкций применяются линии различной толщины. Если стены здания выполняются из разных материалов, например, из легкобетонных панелей и кирпича, то кирпичные стены или их участки в плане заштриховываются. Кроме того, кирпичные стены должны быть заштрихованы в разрезе. На основе результатов практических занятий 1 - 6 вычерчиваются план и разрезы здания. Примеры плана и разрезов приводятся на рис. 6, 7, 8.

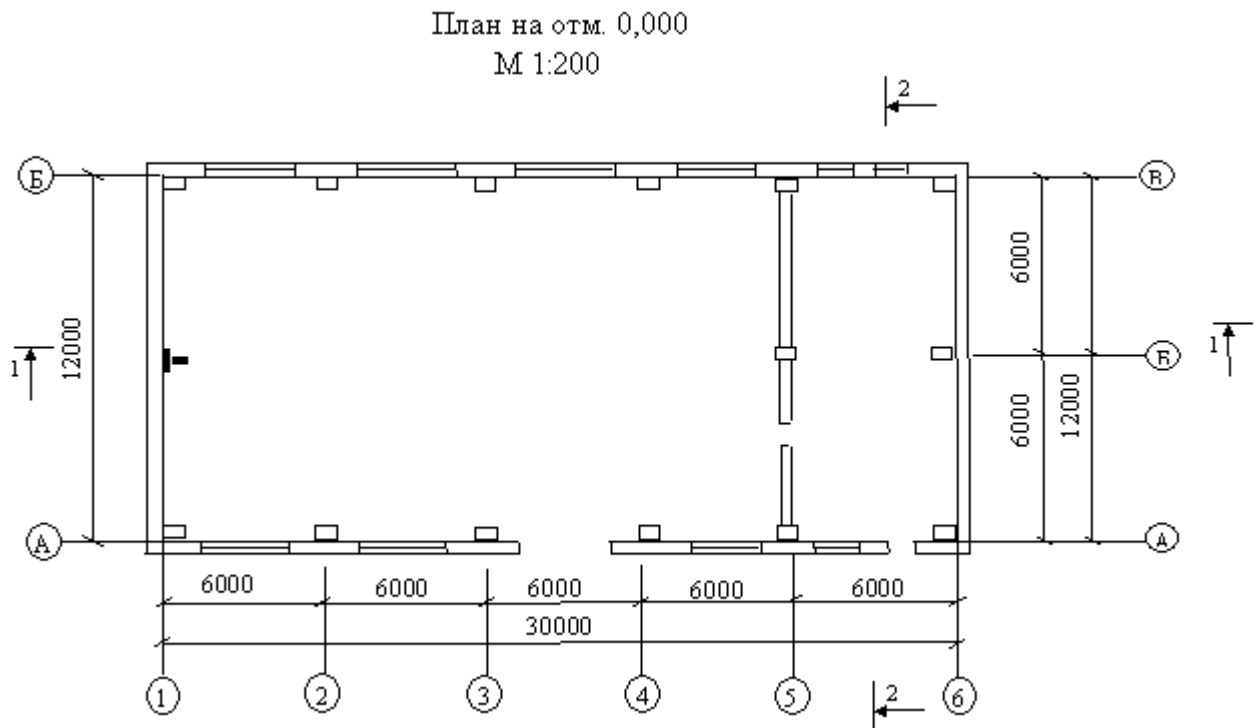


Рис. 6. План этажа

Разрез 1-1  
М 1:200

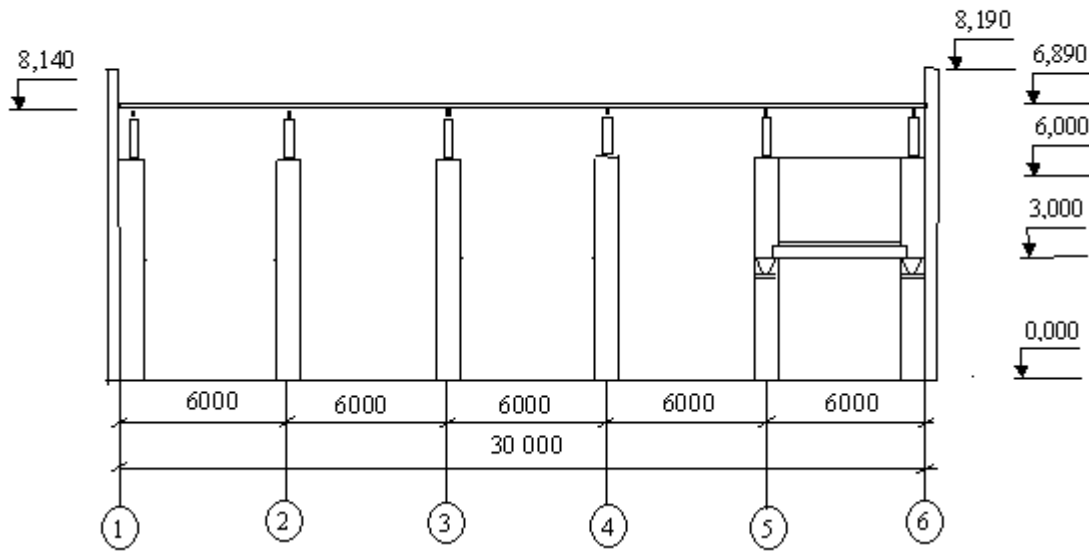


Рис. 7. Продольный разрез

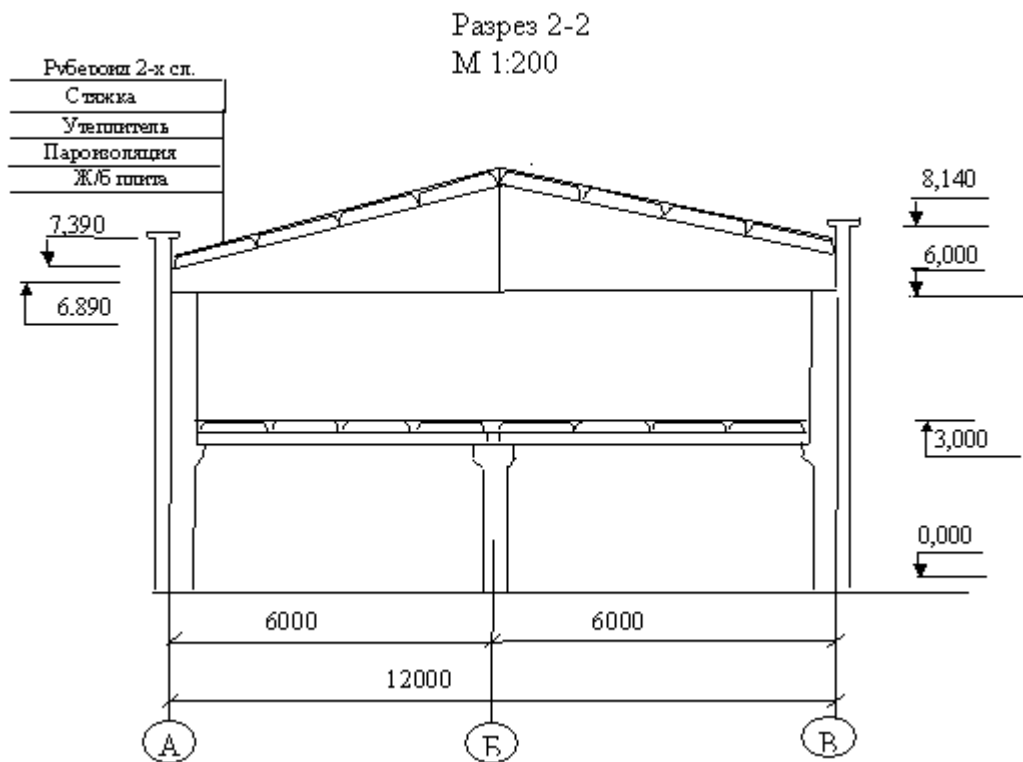


Рис.8. Поперечный разрез

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.105 - 95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М., 1996. – 23 с.
2. ГОСТ 21.101 – 97 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. – М., 1998. – 42 с.
3. СНиП II–92–76. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования. – М. : Стройиздат, 1977. – 29 с.
4. СНиП II–3–79. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. – М. : Стройиздат, 1979. – 32 с.
5. СНиП 2.01.01–81. Строительная климатология и геофизика. – М. : Стройиздат, 1982. – 36 с.
6. СНиП 2.02.01–83. Основания здания и сооружений. – М. : Стройиздат, 1983. – 64 с.
7. Орловский Б. Я. Архитектура гражданских и промышленных зданий / Б. Я. Орловский, Я. Б. Орловский – М. : Высш. шк., 1991. – 287 с.
8. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Гражданские здания /под ред. А. В. Захарова. – М. : Стройиздат, 1993. – 512 с.
9. СНиП 2.01.02–85. Противопожарные нормы. – М : Стройиздат, 1985. – 12 с.
10. СНиП II–90–81. Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования. – М. : Стройиздат, 1982. – 19 с.
11. Щербаков А. С. Основы строительного дела : учеб. для нестроительных вузов / А. С. Щербаков – М. : Высш. шк., 1994. – 400 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие положения.....	3
Практическое занятие 1. Определение размеров производственной части здания в плане.....	4
Практическое занятие 2. Расчет состава и размеров административных и санитарно-бытовых помещений.....	6
Практическое занятие 3. Теплотехнический расчет наружной стены.....	11
Практическое занятие 4. Подбор основных конструктивных элементов здания.....	19
Практическое занятие 5. Сбор нагрузок для расчета фундамента.....	22
Практическое занятие 6. Расчет и конструирование фундамента.....	25
Практическое занятие 7. Проектирование плана и разрезов здания.....	29
Библиографический список.....	32