МАТЕХИНА О.В.

ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Новокузнецк
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

О.В. МАТЕХИНА

ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Рекомендовано Новосибирским региональным
отделением УМО вузов РФ по образованию
в области строительства в качестве учебного пособия
для студентов, обучающихся по направлению
270800.62 «Строительство» и по специальности
271101 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Новокузнецк
2014

УДК 721.01(075)
М 341

Рецензенты:
кафедра архитектуры и градостроительства Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин) (зав. кафедрой, декан архитектурно-градостроительного факультета, к. арх. С.В. Литвинов);
заместитель начальника ГПКО «ГлавУКС»,
к.т.н., доцент А.Н. Емельяненко

Матехина О.В.

М 341 Основы архитектурного проектирования: учеб.пособие / О.В. Матехина ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – 296 с.

ISBN 978-5-7806-0404-4

Изложены общие положения, функциональные и физико-технические основы проектирования зданий. Рассматриваются типы гражданских и промышленных зданий, их объемно-планировочные, конструктивные и архитектурно-художественные решения.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 Строительство и по специальности 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений.

УДК 721.01(075)

ISBN 978-5-7806-0404-4

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2014
© Матехина О.В., 2014

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ....8

ВВЕДЕНИЕ....9

Основные понятия....9
Цели и задачи, решаемые архитектурой и строительством....10

1 ОСНОВЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА....12

Общие положения....12
Классификация городов....13
Архитектурно-планировочная структура городов....15
Схемы построения уличных сетей....18
Городские площади....22
Застройка жилых районов и микрорайонов....26
Обеспечение обслуживания населения....29
Архитектурно-художественное решение жилой застройки....30
Вопросы для самоконтроля....33

2 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ....35

Классификация зданий....35
Требования, предъявляемые к зданиям....37
Функциональные требования к зданиям....38
Требования технической целесообразности....40
Требования архитектурно-художественной выразительности....43
Требования экономической целесообразности....44
Вопросы для самоконтроля....45

3 ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ....46

Планировочные системы....46
Функциональные схемы....48
Вопросы для самоконтроля....52

4 СТРУКТУРНЫЕ УЗЛЫ....53

Вестибюльная группа....53
Вертикальные коммуникации....54

Вопросы для самоконтроля 59

5 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ 60

Части зданий 60
Основные конструктивные элементы зданий 60
Вопросы для самоконтроля 67

6 КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ 68

Стеновая конструктивная система 68
Каркасная конструктивная система 70
Объемно-блочная конструктивная система 73
Оболочковая система 74
Ствольная система 75
Комбинированные системы 75
Вопросы для самоконтроля 79

7 ЕДИНАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА (ЕМС) В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, УНИФИКАЦИЯ, ТИПИЗАЦИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ 80

Привязки конструктивных элементов 81
Привязки в стеновой конструктивной системе 82
Привязки в каркасной системе 83
Размеры в ЕМС 83
Вопросы для самоконтроля 85

8 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ 86

Стоечно-балочные конструкции 86
Стержневые структуры 88
Арочно-сводчатые конструкции 89
Конструкции двоякой кривизны 92
Своды 92
Купола 94
Гипары 98
Складки 99
Вантовые конструкции 101
Тентовые покрытия 103
Пневматические конструкции 104

Вопросы для самоконтроля 106

9 АРХИТЕКТУРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ 107

Основные понятия 107
Композиция внутреннего пространства 111
Композиции внешних объемов 113
Виды композиций 117
Композиционные средства 123
Вопросы для самоконтроля 142

10 МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА 144

Типы проектов 144
Методы проектирования 144
Технико-экономические показатели (ТЭП) 147
Вопросы для самоконтроля 149

11 ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И ИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ 150

Строительная климатология 150
Воздействия на ограждающие конструкции стен 152
Тепловая защита зданий 153
Сопротивление теплопроводности конструкций 153
Нормативные требования 156
Методика проектирования тепловой защиты зданий 158
Мостики холода 161
Строительная светотехника 162
Основные положения 162
Понятие о световом климате 164
Естественное освещение 165
Искусственное и совмещенное освещение 171
Инсоляция 171
Звукоизоляция помещений 176
Распространение звука. Общие положения 176
Защита от шума 177
Вопросы для самоконтроля 181

12 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ 184

Акустика 184
Зрительное восприятие и видимость 190
Общие положения 190
Геометрические условия видимости 191
Геометрические условия зрительного восприятия 201
Принципы определения размеров помещений по условиям размещения людей и оборудования 205
Принципы определения параметров человека и оборудования 205
Размеры помещений 208
Движение людских потоков в зданиях 211
Вопросы для самоконтроля 220

13 РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ЗАСТРОЙКИ 223

Основные определения 223
Цели и задачи реконструкции 223
Зонирование городской территории 224
Качество жилой застройки 226
Реконструкция застройки 230
Методы реконструкции жилых зданий 236
Реконструкция несущего остова зданий и сооружений 243
Усиление фундаментов и оснований 243
Усиление стен и теплоизоляция фасадов 247
Ремонт и замена междуэтажных перекрытий и покрытий 249
Замена окон и дверей 253
Реконструкция общественных и промышленных зданий 253
Вопросы для самоконтроля 255

14 ОСНОВЫ РЕСТАВРАЦИИ 257

Вопросы для самоконтроля 268

15 СТРОИТЕЛЬСТВО В РАЙОНАХ С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ 269

Строительство в сейсмических районах 269

Основные положения 269
Основные требования к сейсмостойким зданиям и их конструкциям 271
Строительство в районах Крайнего Севера 279
Методы строительства и конструктивные мероприятия 280
Строительство в районах с жарким климатом 283
Мероприятия при строительстве в районах с жарким климатом 283
Строительство на просадочных грунтах 285
Мероприятия при возведении зданий на просадочных грунтах 286
Строительство на подрабатываемых территориях 290
Вопросы для самоконтроля 292

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 294

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 295

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие включает основные положения архитектурно-конструктивного проектирования зданий и сооружений. Содержание книги соответствует дисциплинам «Основы архитектуры и строительных конструкций», «Архитектурное проектирование», «Архитектура», изучаемым, соответственно, студентами направлений подготовки 270800.62 «Строительство», 270100.62 «Архитектура» и специальности 271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

В первой половине книги рассматриваются: сущность архитектуры, ее определения и задачи; основы градостроительства; основы архитектурно-строительного проектирования гражданских, производственных зданий и комплексов; конструктивные элементы, объемно-планировочные, композиционные и конструктивные решения жилых, общественных, производственных зданий и комплексов. Очень важной составляющей дисциплины являются основы и приемы архитектурной композиции, средства достижения архитектурно-художественной выразительности в создаваемых зданиях и сооружениях.

Вторая часть посвящена физико-техническим и функциональным основам архитектурно-строительного проектирования: учету климатических факторов, способам тепловой защиты зданий, основам звукоизоляции и акустики, вопросам видимости и зрительного восприятия объектов в зрелищных зданиях и сооружениях, принципам определения размеров помещений, закономерностям движения людских потоков по коммуникационным помещениям общественных зданий.

Отдельный раздел составляют основы строительства зданий в особых условиях.

ВВЕДЕНИЕ

Профессиональная ориентированность архитектуры и градостроительства сказывается на их содержании, обязательно включающем функциональную типологию, учет и анализ строительных материалов, конструкций и технологии, социально-экономической проблематики и т.п. Безусловно, в широком смысле слова, архитектура – фундаментальная наука, являющаяся основой профессиональной практики. Архитектура стоит особняком среди других научных дисциплин вследствие своей включенности в проектную деятельность. Помимо собственно научной и учебно-дидактической значимости, она содержит мощный и именно сущностный прикладной аспект.

В то же время, художественная составляющая архитектуры настолько значима, что мы воспринимаем деятельность архитектора как искусство.

Основные понятия

Происхождение слова архитектура – от греческих и латинских корней. Αρχη – (архон, греч.) – основа, происхождение; τέκτων – (тектов, греч.) – плотник, строитель, мастер; τεκτονική (τέχνη) – (тектоника, греч.) – «строительное искусство»; tectum – (тектум, лат.) – дом, укрытие.

К главным терминам, характеризующим основные понятия дисциплины, несомненно следует отнести термины «архитектура», «строительство», «здание», «сооружение».

Термин «архитектура» может иметь множественные толкования. Первое из приведенных ниже – каноническое, отражающее учебное определение предмета. Последующие – вариации на тему, отражающие суть нашего подхода и восприятие архитектурных творений.

Архитектура – область строительства, материально организующая пространственную среду, в которой люди живут и осуществляют многообразную деятельность,

– искусство организовывать пространство, реализуемое через строительство;

– «застывшая музыка»…

– проектирование.

Строительство – техническое решение и возведение зданий и сооружений.

Здание – наземное строение, предназначенное для пребывания и жизнедеятельности людей.

Сооружение – строение (подземное, наземное), не предназначенное для жизнедеятельности людей (станции метро, тоннели, водонапорные башни, мосты…).

Цели и задачи, решаемые архитектурой и строительством

Основная **цель**, стоящая перед архитекторами и строителями – **создание и благоустройство городов**. В процессе достижения этой цели должны быть решены множественные задачи. Их решение – прерогатива многих экспертов в разных областях. Вот краткий перечень вопросов и специалистов, в чью компетенцию входит их решение:

1). выбор площадки строительства – архитектор-градостроитель;

2). определение технических характеристик геологических, гидрологических условий площадки (рельеф, размеры, растительность, состав грунтов, наличие и характер водоемов и т.п.) – геолог, геодезист;

3). технологические требования к объектам строительства – технолог по профилю строящегося здания;

4). объемно-пространственное решение, планировка, композиция проектируемого объекта, градостроительный аспект – архитектор;

5). конструктивное решение, расчеты на прочность, устойчивость, сейсмостойкость и т.д. – строитель (конструктор-проектировщик);

6). инженерное обеспечение – строитель (специалист в области водоснабжения и водоотведения, теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования, электрик и пр.);

7). производство строительных конструкций, материалов – строитель (специалист по производству материалов и конструкций);

8). возведение объекта – строитель («линейщик»);

9). экономическое обоснование, управление, инвестирование и т.д. – строитель (сметчик, эксперт в области оценки и управления недвижимостью).

Без взаимоувязки всех этих элементов выполнение главной цели невозможно. Помимо специалистов в области строительства в процессе создания отдельных зданий, строительных комплексов, районов и целых городов участвуют до 30 профессионалов в разных областях экономики, транспорта, промышленности, социологии, экологии, истории и культуры, здравоохранения и других областей.

Прежде практически всеми вопросами при строительстве отдельных зданий занимался один человек – зодчий (пример – строительство Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге. Автор – Анри́ Луи́ Огю́ст Рика́р де Монферан, который, разработав архитектурный проект, в последующем в течение 40 лет руководил строительством собора, решая архитектурные, инженерные задачи, осуществляя подбор строительных материалов, решение технологических вопросов возведения и пр. (рисунок 1).

Составной частью строительства и архитектуры являются вопросы, решаемые строительной физикой – обеспечение тепловой защиты зданий, освещенности помещений, акустики и звукоизоляции.

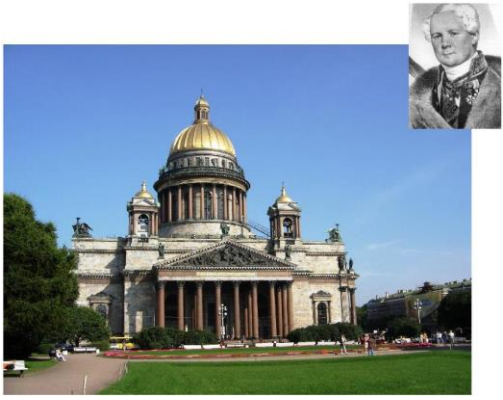


Рисунок 1 – Исаакиевский собор в г. Санкт-Петербурге (арх. Монферан)

1 ОСНОВЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

Общие положения

В связи с резким ускорением процесса урбанизации (одновременно с бурным ростом промышленности в XVIII – IX вв.) рост городов выдвинул множество проблем, выходящих за пределы вопросов, решаемых традиционными методами архитектуры, и потребовал участия в их решении специалистов других сфер деятельности. При этом выделилась самостоятельная область организации населенных мест – **градостроительство**, как теория и практика планировки городов и поселений.

Задачи планировки населенного пункта требуют решения вопросов формирования городской среды, ее охраны, благоустройства и озеленения городских территорий, организации движения транспорта, обеспечения высокого уровня комфорта в труде, быте, отдыхе городского населения и т.д. **Градостроительство** – наука о планировке и создании городов – решает эти задачи и реализует комплексы социально-экономических, строительно-технических, архитектурно-художественных, санитарно-гигиенических вопросов.

Проектирование новых и развитие существующих городов осуществляется на основании перспективных планов развития экономики страны по планам ***районной планировки***. Проекты районной планировки разрабатываются для территорий и включают крупные и мелкие населенные пункты.

Основным документом, определяющим строительство нового или развитие и реконструкцию существующего города является генеральный план, разрабатываемый на перспективу 25 – 30 лет. Генеральный план определяет территориальные границы города, площади промышленных предприятий, застройку жилых районов, в соответствии с ним развивается транспортная структура города (сети улиц, площадей, транспортные развязки), формируются общественные центры районов (рисунок 2).

По генеральному плану осуществляются работы по благоустройству городской территории – развитие инженерной инфра-

структуры, формирование зон отдыха, озеленение существующих и новых микрорайонов и т.п. В условиях нового социально-экономического устройства страны мы переходим к системе концептуального планирования застройки городских территорий – определения общих характерных черт, функциональных зон. Реализация осуществляется с использованием средств частных инвесторов на конкурсной основе с соблюдением интересов частного капитала, общегородского развития и социальных требований населения.

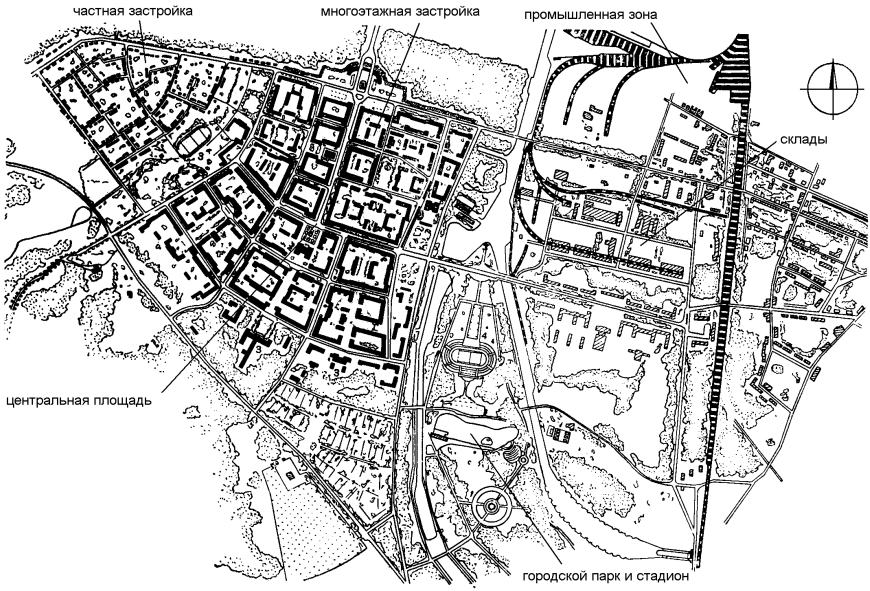


Рисунок 2 – Генеральный план застройки г. Айзенхюттенштадт (Германия)

Классификация городов

В соответствии с СП 42.13330.2011 [14] все поселения Российской Федерации подразделяются на городские (города и поселки) и сельские (села, станицы, деревни, хутора, аулы, стойбища, заимки и пр.) Основным классификационным признаком для городских и сельских поселений служит численность их населения. В зависимо-

сти от численности населения городские и сельские поселения подразделяются соответственно на:

– крупнейшие города (более 1 млн. чел.), в том числе сверхкрупные города (численность населения свыше 3 млн. чел.);

– крупные города (250 тыс. чел. – 1 млн. чел.);

– большие города (100 – 250 тыс. чел.);

– средние города (50 – 100 тыс. чел.);

– малые города и поселки (численность населения до 50 тыс. чел.);

– крупные сельские поселения (свыше 5 тыс. чел.);

– большие сельские поселения (1 – 5 тыс. чел.);

– средние сельские поселения (200 чел. – 1000 чел.);

– малые сельские поселения (численность населения менее 200 чел.).

Для некоторых территорий и объектов определяется особое регулирование градостроительной деятельности. К ним относятся:

– город Москва – столица Российской Федерации;

– город Санкт-Петербург;

– города – центры субъектов Российской Федерации;

– города-курорты;

– исторические поселения, а также поселения, на территории которых имеются памятники истории и культуры;

– городские и сельские поселения с особым режимом жизнедеятельности (военные городки, поселения в государственных природных заповедниках, национальных и природных парках);

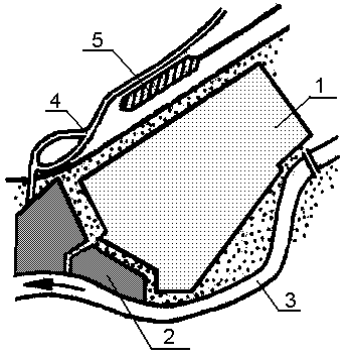
– городские и сельские поселения, расположенные в регионах с экстремальными природно-климатическими условиями или особо неблагоприятными экологическими условиями вследствие радиоактивного загрязнения, повышенной сейсмичности, подверженности воздействию чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера.

Градостроительная политика нашей страны направлена на преимущественное развитие малых, больших и крупных городов, что способствует более равномерному распределению населения и гармоничному развитию всех территорий.

Архитектурно-планировочная структура городов

Архитектурно-планировочная структура города – взаимное расположение частей города в плане – определяется его величиной, природными условиями и особенностями градообразующих факторов. Различают три вида планировочных структур: компактную, расчлененную и рассредоточенную.

Компактный тип планировочной структуры города характеризуется расположением всех функциональных зон города в едином периметре (рисунок 3). Он наиболее характерен для небольших городов с промышленными предприятиями небольшой «вредности».



1 – жилая зона;
2 – промышленные территории;
3 – река;
4 – автомагистраль;
5 – железнодорожная станция

Рисунок 3 – Компактная схема планировочной структуры города

Расчлененный тип планировочной структуры города возникает при пересечении городской территории реками, оврагами, железнодорожными магистралями (рисунок 4).

1 – жилая зона;
2 – промышленные территории;
3 – река;
6 – овраги с ручьями

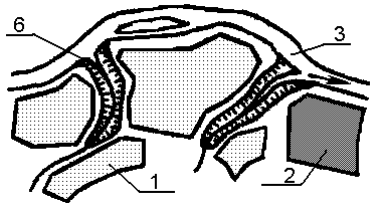
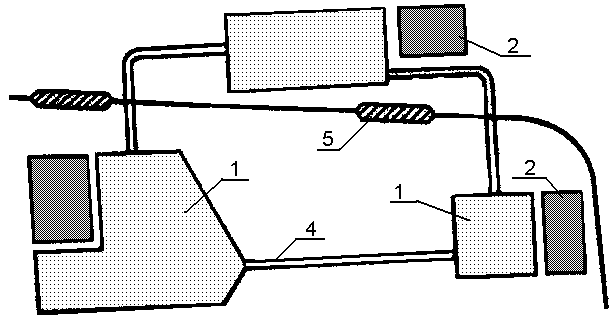


Рисунок 4 – Расчлененная схема планировочной структуры города

Рассредоточенный тип планировочной структуры предполагает несколько планировочных образований, связанных между собой

транспортными магистралями (рисунок 5). Он наиболее характерен для крупных городов, а также для поселений с определенными типами градообразующей промышленности (например, горнодобывающей – несколько шахт или разрезов).



1 – жилая зона; 2 – промышленные территории; 4 – автомагистраль; 5 – железнодорожная станция

Рисунок 5 – Рассредоточенная планировочная структура города

Для хорошей организации функционирования такого сложного организма, как город, необходимо четкое разграничение всех его функций и территориальное их зонирование. В соответствии с [7], территория города подразделяется на селитебную, производственную, коммунально-складскую, зону внешнего транспорта и ландшафтно-рекреационную.

Селитебная территория предназначена для размещения жилого фонда, общественных зданий и сооружений, НИИ, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарных зон. Жилые дома должны иметь удобную планировку, правильную ориентацию по сторонам света, этажность, соответствовать крупности города и местоположению жилого района. На селитебной территории располагаются пути внутригородского сообщения, улицы, площади, парки, сады, бульвары и другие места общего пользования. Основные санитарные требования – располо-

жение селитебной зоны с наветренной стороны по отношению к промышленным территориям и выше по течению рек.

Производственные территории предназначены для размещения промышленных объектов, комплексов научных учреждений с их опытными производствами, коммунально-складских объектов, сооружений внешнего транспорта, путей внегородского и пригородного сообщения. Промышленные предприятия делятся на пять классов, в зависимости от количества вредных воздействий на окружающую среду. Между промышленными предприятиями и жилыми районами располагаются санитарные зоны, размеры которых (ширина) определяются классом вредности предприятия: 1 класс – с наиболее сильными вредными воздействиями – имеет санитарную зону не менее 1000 м; 2 класс – не менее 500 м; 3 класс – 300 м; 4 класс – 100 м и 5 класс – не менее 50 м. Расстояние определяется от границы промпредприятия (ограждения) до ближайшего жилого дома. Санитарные зоны относятся к промышленным зонам города и в них не разрешается размещать жилые, общественные здания. По ним разрешается прокладывать инженерные коммуникации и транспортные пути. Не менее 50 % площади санитарных зон должны иметь зеленые насаждения.

Коммунально-складская зона должна располагаться в удобной связи с внешним транспортом. К таким объектам относятся общетоварные базы, продовольственные склады и пр. Они должны располагаться отдельно от промышленных предприятий, обеспечиваться хорошей связью с жилыми районами. Отдельные торгово-распределительные склады, склады снабжения и сбыта могут располагаться в селитебной зоне.

Объекты внешнего транспорта, как и остальные промышленные объекты, должны отделяться от жилой застройки, но иметь хорошие связи с транспортной сетью города. Внешнетранспортные объекты: железнодорожный, водный, воздушный и автомобильный транспорт.

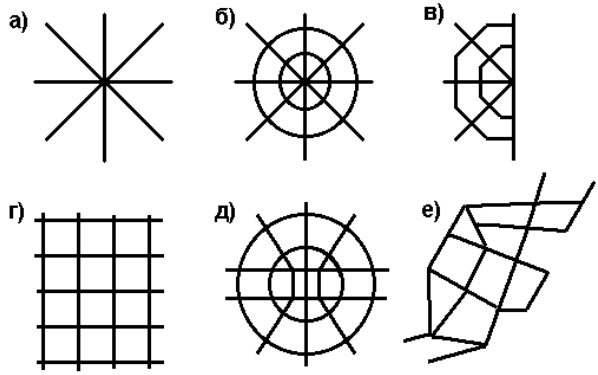
Ландшафтно-рекреационная территория включает городские леса, лесопарки, лесозащитные зоны, водоёмы, земли сельскохозяй-

ственного использования и другие угодья, которые совместно с «зелёными» частями селитебной территории образуют систему открытых пространств.

Территория сельского поселения обычно делится на две зоны: селитебную и производственную.

Схемы построения уличных сетей

В практике градостроительства сложилось шесть основных схем построения уличных сетей города (рисунок 6).



а – радиальная, б – радиально-кольцевая, в – лучевая (веерная), г – прямоугольная, д – комбинированная, е – свободная.

Рисунок 6 – Принципиальные схемы построения уличных сетей

Первые три схемы характерны для исторически сложившихся городов, которые формировались вокруг кремлей, монастырей и ведущих к ним дорог. Примерами таких городов могут служить старо-русские поселения: Псков, Кострома, Ростов Великий и др. Интересно видоизменение дорожной сети Москвы. Вначале Москва имела чисто ***радиальную*** схему. После постройки стен Белого города – ***радиально-кольцевую*** схему. В XX веке после строительства нескольких хордовых скоростных дорог – ***комбинированную*** (рисунок 7).

Рисунок 7 – Схема улиц Москвы

Санкт-Петербург – пример ярко выраженной ***лучевой*** схемы построения уличной городской сети. Его три основных проспекта ориентированы на один объект – Адмиралтейство – рисунок 8.

Рисунок 8 – Фрагмент Центрального района г. Санкт-Петербурга

Аналогичную схему планировки города приняли архитекторы, разрабатывавшие структуру г. Новокузнецка. Три основных магистрали (пр. Курако, пр. Металлургов и пр. Бардина) сходятся на привокзальной площади (рисунок 9).

Рисунок 9 – Схема улиц Центрального района г. Новокузнецка

Санкт-Петербург – первый российский город, построенный по генеральному плану. Васильевский остров Санкт-Петербурга – один из самых первых примеров ***прямоугольной*** сети городских улиц. Три параллельных проспекта (Малый, Средний и Большой) пересекаются двумя с небольшим десятками Линий (рисунок 10).

Рисунок 10 – Схема плана Васильевского острова

Прямоугольная схема является наиболее характерной для многих городов США (остров-район Манхеттен в Нью-Йорке (рисунок 11). Такое решение является предельно рациональным, но при этом оказывает ярко отрицательное влияние на архитектурно-художественное решение города, психологическое состояние жителей, особенно в условиях недостаточного озеленения.

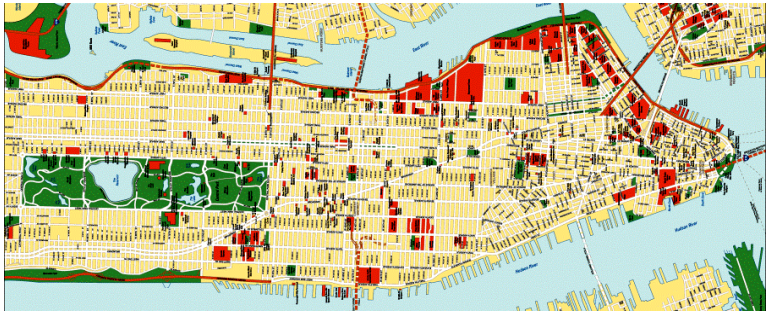


Рисунок 11 – План района Манхеттен г. Нью-Йорк

Практика строительства современных новых городов склоняется к последней, шестой схеме построения уличной сети – ***свободной***. Такая схема позволяет не нарушать природные условия: рельеф, речные артерии, сводит к минимуму затраты на вертикальную планировку территории. Свободная схема позволяет более естественно вписывать в городскую планировку имеющиеся зеленые массивы, разграничивать жилую застройку и промышленные районы.

Необходимо учитывать, что определение трассировки улиц, их планировочных параметров (типа, ширины, характера покрытия) должно учитывать перспективы развития. Прокладка улиц осуществляется на десятки и сотни лет.

Городские улицы подразделяются на несколько видов: скоростные, магистральные, жилые и проезды.

Скоростные улицы в основном используются для сообщения между районами города, а также как объездные дороги. Разрешенные скорости движения до 120 км/ч. Скоростные улицы могут располагаться в тоннелях, а также на пониженных участках рельефа для уменьшения шума. Пересечения скоростных улиц с другими преимущественно выполняют в двух и более уровнях.

Магистральные улицы используются для движения городского транспорта (в том числе общественного). Пересечения с другими улицами устраиваются в одном уровне с использованием регулируемых перекрестков, располагаемых не чаще 500 м друг от друга. Скорости движения до 60 км/ч.

Жилые улицы служат для связи жилых комплексов с магистральными улицами. По ним не осуществляется движение общественного транспорта. Скорости движения до 60 км/ч.

Проезды располагаются внутри микрорайонов и кварталов, служат для подъезда к каждому жилому дому, к общественным зданиям и сооружениям, автостоянкам и гаражам. Скорость движения 20 – 30 км/ч.

Скоростные и магистральные улицы должны иметь прямолинейные трассы, максимально допустимые продольные уклоны для них составляют 4 %. Жилые улицы и проезды могут (а для проездов рекомендуется) иметь извилистую трассу, максимальные уклоны до 8%.

Городские площади

Система уличной сети очень тесно связана с размещением городских площадей. Городские площади классифицируются по видам:

- главные (общегородские, районные);
- перед общественными зданиями и сооружениями;
- транспортные;
- вокзальные;
- многофункциональные;
- предзаводские;
- рыночные.

Главные площади обычно располагаются в центральной части города или района, служат для проведения городских торжеств. Наиболее яркий пример – Красная площадь в Москве (рисунок 12). Транзитное движение транспорта через главную площадь не допускается.

Рисунок 12 – Красная площадь

Площади перед общественными зданиями служат для организации подъезда транспорта, организации пешеходного движения, стоянки автомобилей, устройства зеленой зоны – скверов, фонтанов, мест отдыха. К ним относятся театральные площади, площади перед гостиницами, кинотеатрами, спортивными комплексами, торговыми центрами, учебными заведениями и т.п.

Транспортные площади служат для развязки движения, распределения транспортных потоков. В зависимости от интенсивности движения, они могут решаться в одном (рисунок 13) или нескольких (рисунок 14) уровнях.

Рисунок 13 – Площадь Звезды, г. Париж

Рисунок 14 – Многоуровневая транспортная развязка

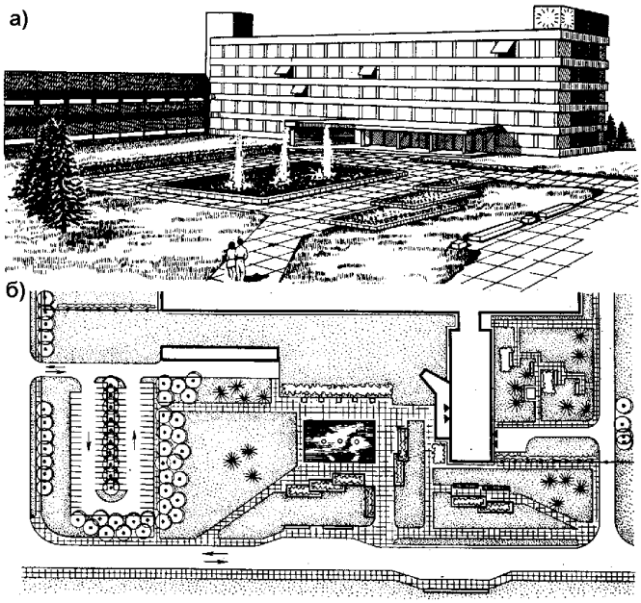
Площади транспортного назначения нельзя использовать для стоянок автомобилей, их нельзя застраивать общественными и жилыми зданиями, обращенными входами на эту площадь.

Вокзальные площади служат для распределения транспортных и пешеходных потоков (прибывающих и отбывающих пассажиров), для организации транспортной связи транспортного узла с городскими районами – остановки общественного транспорта, стоянок автомобилей. Пешеходные проходы лучше всего организовывать в подземных переходах, связанных со зданием вокзала, так как вокзальные площади сильно нагружены транспортом и создают зоны повышенной опасности. Пример оптимального решения организации привокзальной площади показан на рисунке 15.

Рисунок 15 – Проект реконструкции
привокзальной площади г. Новокузнецка
(дипломный проект О.С. Сырцовой, гр. СА-02 СибГИУ)

Предзаводские площади (рисунок 16) служат для организации подходов и проездов к проходным предприятий. Территория должна включать свободное пространство для проведения общезаводских мероприятий, зону отдыха. На границе устраиваются остановки общественного транспорта и стоянки личных автомобилей.

Рыночные площади должны быть свободны от торговли (имеются в виду площади перед торговой зоной). Их назначение – организация подходов и подъездов к рынку, подвоза товаров, устройство остановок общественного транспорта, стоянок автомобилей.



а – общий вид;
б – план

Рисунок 16 – Предзаводская площадь

В последнее время стали все чаще возникать многофункциональные площади, чаще всего возле крупных транспортных узлов. На этих площадях объединяются вокзалы железнодорожные, автомобильные, остановки городского транспорта, станции метрополитена, что требует многоуровневого решения для безопасной развязки движения. На этих же территориях размещаются кафе, гостиницы, рестораны, почта, телеграф, телефон, банковские учреждения и пр.

Площади проектируются с уклонами не более 4 %.

Для обеспечения необходимых уклонов для прокладки улиц, устройства площадей, «посадки» зданий на местности необходимо осуществлять подготовку территории. Приспособление рельефа для будущей застройки – задача ***вертикальной планировки***. Ее еще называют ***геопластикой***, так как в результате проектирования и выполнения работ на местности земная поверхность видоизменяется для обеспечения всех вышеперечисленных условий, а также для осуществления отвода поверхностных вод с территорий застройки.

Застройка жилых районов и микрорайонов

Селитебная территория города делится на:

– ***жилые районы*** – площадью от 180 до 250 га, число жителей 40 – 80 тыс. чел. в крупных и крупнейших городах и 25 – 40 тыс. чел. в больших. Границами районов, как правило, являются труднопреодолимые естественные и искусственные рубежи, магистральные улицы и дороги общегородского значения;

– ***кварталы*** – площадью 6 – 12 га, число жителей 2 – 10 тыс. чел., ограниченные магистральными и жилыми улицами по периметру, располагаются в регулярной застройке;

– ***микрорайоны*** – площадью 10 – 60 (не более 80) га, число жителей 6 – 15 (не более 20) тыс. чел., не расчлененные магистральными улицами и дорогами. Границами, как правило, служат магистральные или жилые улицы, проезды, пешеходные пути и естественные рубежи (реки, овраги и т.п.);

– ***жилые группы***, площадью 1,5 – 2 га, число жителей 2 – 4 тыс. чел., входят в состав микрорайонов.

Плотность застройки (количество жителей на 1 га) зависит от крупности города, местоположения микрорайона в структуре города, климатических параметров. В центрах крупнейших городов, в условиях сурового климата (крайний Север) плотность населения принимается максимальной, и составляет 440 – 450 чел/га. В малых городах, на окраинах, в городах, расположенных в южных районах с благоприятным климатом, плотность населения принимается минимальной, и составляет 150 – 180 чел/га.

Главной задачей планировки и застройки жилых районов и микрорайонов является создание в них наиболее благоприятной жизненной среды. Решение этих задач основывается на комплексном учете разнородных требований.

Основные ***социальные требования*** включают **выбор типов жилых зданий** в соответствии с величиной населенных мест, демографическим составом населения, особенностями быта, традиций, культуры, а также построение **сети** культурно-бытового **об-**

служивания населения, создающей наиболее удобные условия пользования ею с минимальной затратой времени.

Санитарно-гигиенические требования: обеспечение необходимых условий **инсоляции** жилищ, создание на всей жилой территории благоприятного инсоляционного и **аэрационного режимов** в соответствии с особенностями климата, **шумозащита** домов и дворов от внешних шумов.

Функциональные требования: **рациональное размещение** на территории районов и микрорайонов жилой застройки, объектов культурно-бытового обслуживания населения, всех элементов их планировочной структуры с обеспечением **необходимых взаимосвязей** и соблюдением **санитарных, противопожарных** и других условий их взаимного расположения.

Архитектурно-художественные требования обуславливают единую **пространственную композицию** жилого района, ее связи с окружающим городским и природным ландшафтом.

Экономические требования включают **рациональное использование территории** жилых районов с созданием необходимой плотности жилого фонда, **экономичностью трасс** инженерных сетей, систем улиц, проездов, **вертикальную «посадку» зданий** на местности с учетом рельефа и других местных условий (например, грунтовых вод).

Основные виды застройки и пространственной организации внутренних дворов следующие: открытая застройка; полузамкнутая (или частично замкнутая); замкнутая.

Открытая система застройки характеризуется линейным размещением жилых зданий, параллельными рядами, возможно с небольшими отступами. Такая система также носит название «строчной застройки» (рисунок 17).

При открытой застройке образуются протяженные, открытые с двух сторон дворы. Такое располо-жение дает положительный эффект при расположении домов на крутом рельефе, позволяет обеспечить инсоляцию помещений и дворов, но не образует дворов и способствует сквознякам.

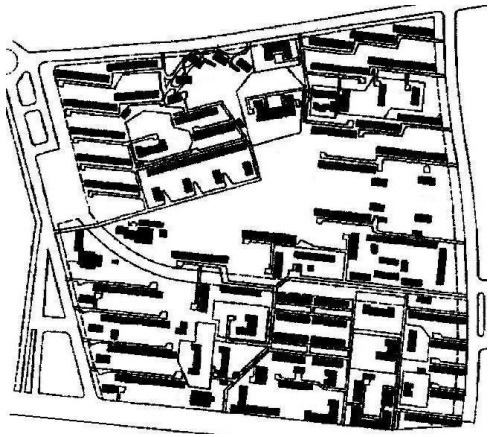


Рисунок 17 – Район Химки в г. Москве

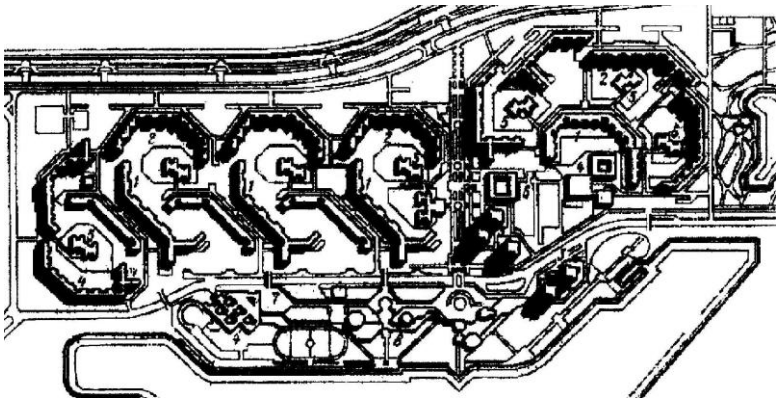


Рисунок 18 – Проект экспериментальной полузамкнутой застройки

Полузамкнутая система застройки (рисунок 18) характеризуется тем, что здания, обрамляющие пространство дворов, занимают примерно 40 – 70 % периметра этих дворов. Внутренние дворовые пространства при этом как бы отделяются от окружающей среды. Данная система гибко приспосабливается к местным природным условиям. В зависимости от климатического района можно обеспечить открытость двора на солнечную сторону (В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З) или, наоборот, предохранить территорию двора от перегрева, «открыв» ее на СВ, С, СЗ.

Располагаемые по периметру застройки здания могут служить ветро-, шумозащитными сооружениями, служить преградой на пути снегопереноса, быть пылезащитными экранами. Полузамкнутая система застройки дает возможность создания выразительного архитектурно-художественного образа микрорайона. Применение этой системы на территориях со сложным рельефом и на крутых склонах нецелесообразно.

Замкнутая система застройки представляет из себя двор, по всему периметру застроенный зданиями. Связь дворов с внешней средой осуществляется через проезды между домами и проходы (арки) в первых этажах зданий. Обычно такая система характерна для квартальной застройки. Данная система способствует улучшению микроклимата внутренних дворов в жарких климатических районах, по периметру выстраиваются ветро- и пылезащитные типы зданий. Дворы озеленяют и размещают в них плескательные бассейны или фонтаны для увлажнения воздушной среды.

Обеспечение обслуживания населения

Обслуживающие учреждения города должны составлять единую систему, охватывающую все стороны жизни населения.

По функциональному признаку объекты обслуживания делят на административно-общественные, культурно-просветительные и зрелищные, лечебно-оздоровительные и физкультурно-спортивные, торгово-бытовые. Каждая из групп имеет свои центры и сети обслуживания. По частоте использования (обращения) все учреждения делятся на три группы:

– ***повседневного*** (первичного) обслуживания – детские сады, школы, спортивные и игровые площадки, продовольственные магазины, аптеки, коммунально-бытовые предприятия. Расстояния от мест проживания до этих объектов должно быть в пределах 300 (детские сады) – 500 м, т.е. 10 – 15 мин. пешеходной доступности. Размещаются они в пределах микрорайонов;

– ***периодического*** обслуживания – поликлиники, торговые центры, спортивные сооружения, библиотеки, административные учре-

ждения районов и т.п. Расстояния от мест проживания определяется 15 мин. транспортной доступности (1,5 – 3 км). Они могут располагаться в общественном центре района, либо в нескольких центрах;

– ***эпизодического*** пользования – администрация города, театр, центральное отделение банка и т.п. Размещаются в городском центре, расстояние – 20 – 30 минут (до 1 часа) транспортной доступности.

Учреждения науки, крупные спортивные сооружения, специализированные торговые центры и т.п. могут располагаться в специализированных центрах на периферии города на стыке с рекреационными зонами.

Архитектурно-художественное решение жилой застройки

Жилые районы занимают большую часть территории населенного пункта и потому определяют общий облик городов и поселков. Выразительность архитектурного решения застройки достигается разнообразием форм, особенностями деталей, пластикой отдельных зданий, а также продуманностью всей объемно-пространственной композиции застройки. При разработке архитектурного облика протяженной улицы можно использовать способы ***метрического*** (нешироких, недлинные улицы), ***ритмического*** (общегородские магистрали с зданиями-акцентами) и ***метроритмического*** построения (протяженные широкие улицы) композиции.

Жилые здания имеют мелкое членение фасадов – ***мелкую масштабность*** элементов (проемов и простенков), соразмерную габаритам человека. Использование секционного домостроения приводит к ***метрическому повторению*** поквартирно, посекционно окон, балконов, лоджий, определяющих внешний облик всего жилого здания (рисунок 19). Сочетание вышеперечисленных особенностей с озелененными дворами, внутри которых расположены небольшие здания школ и детских дошкольных учреждений, наличие малых архитектурных форм определяют ***спокойный, уютный характер застройки*** микрорайонов. Для общественных зданий характерно соподчинение объемов, выделение ***композиционных осей, акцентирование*** массовых входов и других композиционных элементов.

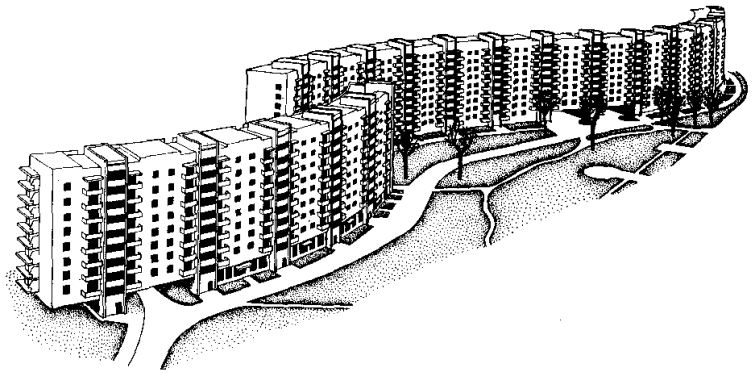


Рисунок 19 – Жилые многосекционные дома

Приемы акцентирования застройки имеют значение для участков территорий, ***воспринимаемых с дальнего или ближнего*** расстояния, что усиливает их пространственную выразительность. Застройка магистральных улиц предполагает укрупнение архитектурных элементов зданий, их пластики, усиление акцентов, а также сочетание жилых частей с архитектурой общественных учреждений и предприятий, встроенных и пристроенных к первым этажам жилых домов. Для таких вставок характерно наличие больших витрин, укрупненный шаг опор. В вечернее время выразительность улиц подчеркивают освещенные витрины и рекламные объекты. Различное назначение зданий предполагает сочетание разных размеров, объемов, а также использование различных тектонических решений (связь материала с характером строений).

Применение ***смешанной этажности***, акцентирование отдельных групп зданий повышенной этажности улучшают облик микрорайона (рисунок 20).

Выбор характера застройки обязательно должен учитывать ***местные условия***, в частности, ***рельеф*** местности, наличие ***водоемов*** и т.д. На территории, расположенной на склонах холмов выразительно смотрится террасная застройка, сочетающая протяженные здания на террасах с отдельными домами башенного типа и со ступенчатыми зданиями, следующими падению рельефа. Жилые комплексы, рас-

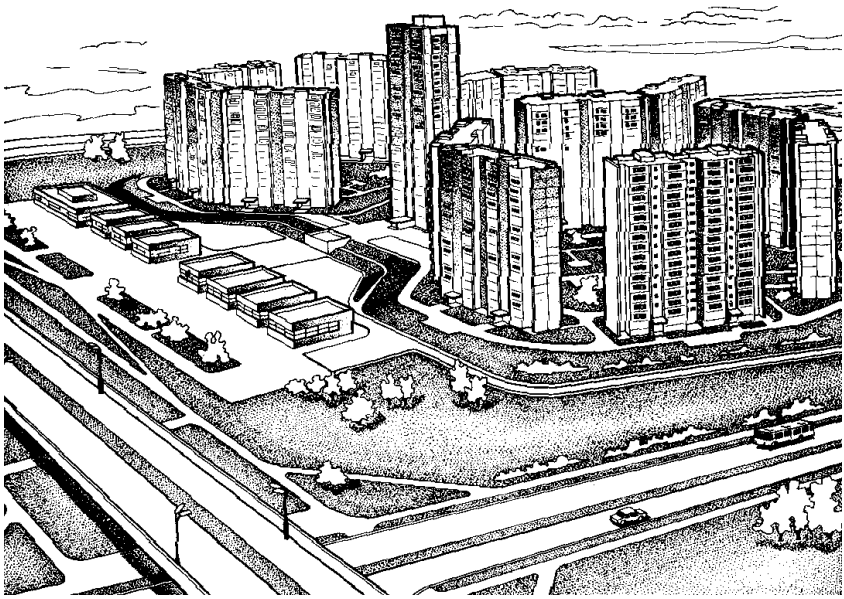


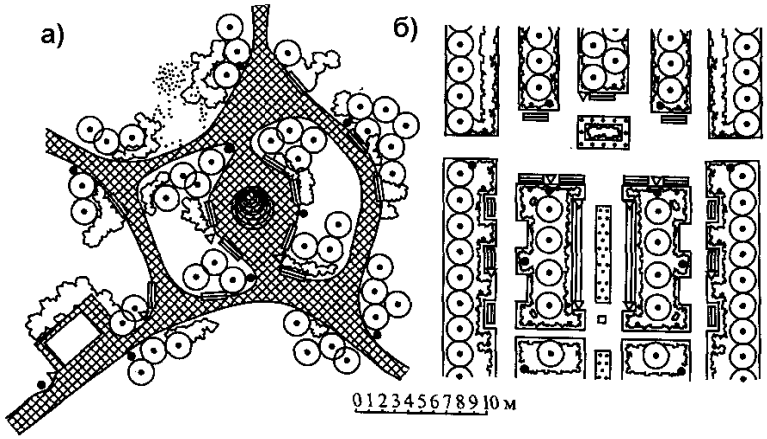
Рисунок 20 – Застройка микрорайона зданиями различной этажности

положенные на набережных рек, озер, каналов, должны учитывать масштабность водных артерий. При широких водоемах здания будут восприниматься с противоположного берега с дальнего расстояния, в этом случае уместно укрупнение объемов, их членения, группировки элементов. Неширокие протоки должны застраиваться зданиями небольшой высоты с более мелкой деталировкой фасадов.

Соотношение высот обрамляющих пространственный объем зданий с его размерами (шириной улиц, дворов, водных магистралей) предпочтительно 1:1,5 – 1:2,5. Пропорции внутренних дворов в плане 1:1 – 1:2.

Зеленые насаждения являются одним из существенных элементов архитектурно-пространственной композиции застройки. Выбор растений, характер их расположения, группировки должны учитывать не только санитарные требования, местные условия произрастания тех или иных пород, но и усиливать выразительность архитектурного решения среды обитания (рисунок 21). Озеленение дво-

ров, кроме того, направлено на выделение различных функциональных зон внутридворового пространства. Если жилой комплекс граничит с территорией садов, парков, лесопарков, целесообразно устраивать дворы, открытые в сторону зеленых массивов.



а – свободная композиция в парке; б – регулярное озеленение улицы

Рисунок 21 – Виды городского озеленения

Для ***сельской местности*** характерно сочетание регулярной застройки вдоль главных улиц и проездов с живописным расположением жилых зданий вдоль изгибов рек, на холмистой местности, а также с выделением акцента – единого общественного центра населенного пункта, являющегося узлом всей застройки, общественный центр желательно размещать на возвышенном участке с хорошим обзором по периметру. Создание силуэтной композиции улучшает архитектурную выразительность комплекса.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем «архитектура» отличается от «строительства»?
2. В чем принципиальное отличие «здания» от «сооружения»?
3. По какому принципу осуществляется классификация населенных пунктов Российской Федерации?

4. Какие особенности характерны для городов, с особым регулированием градостроительной деятельности?
5. Для каких городов используется компактный тип архитектурно-планировочной схемы?
6. Чем отличается расчлененный тип архитектурно-планировочной схемы города от рассредоточенного?
7. Какие основные функциональные зоны входят в состав города?
8. Какие основные санитарные требования для размещения жилой застройки?
9. Возможно ли строительство общественных зданий в промышленной зоне?
10. Что такое «санитарная зона» промышленного предприятия? Как определяются ее размеры? Какие объекты строительства допустимо размещать в санитарной зоне?
11. Что такое ландшафтно-рекреационная территория?
12. Какие функциональные зоны входят в состав сельских поселений?
13. Какие виды схем уличных сетей городов вы знаете? Чем обусловлен выбор той или иной схемы при проектировании города?
14. Какие особенности необходимо учитывать при разработке проекта городской площади?
15. Какие принципиальные отличия между привокзальной и транспортной площадями?
16. Какие виды требований к жилой застройке вы знаете?
17. Сформулируйте социальные требования к жилой застройке.
18. Сформулируйте экономические требования к жилой застройке.
19. Каковы основные виды застройки и пространственной организации внутренних дворов?
20. Каковы преимущества и недостатки открытой застройки?
21. Каковы преимущества и недостатки полузамкнутой застройки?
22. Каковы преимущества и недостатки замкнутой застройки?
23. По какому принципу классифицируются обслуживающие учреждения? К какому типу учреждений следует отнести детский сад, школу, крупный торговый центр, театр, городскую администрацию?
24. Какие параметры сооружений и окружающей среды оказывают влияние на архитектурное решение зданий, улиц, микрорайонов?

2 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Классификация зданий

Все многообразие зданий и сооружений можно классифицировать по разнообразным признакам: размерам, этажности, архитектурным особенностям, материалам, из которых они выполнены и т.п. Однако, наиболее общим классификационным признаком является их назначение. Классификация зданий по назначению приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация зданий и сооружений

<table>
<tr><td colspan="2">ГРАЖДАНСКИЕ ЗДАНИЯ</td><td colspan="2">ПРОМЫШЛЕННЫЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ</td></tr>
<tr><td>Жилые</td><td>Общественные</td><td>Производственные</td><td>Вспомогательные</td></tr>
<tr><td>индивидуальные</td><td>учебно-воспитательные</td><td>металлургические</td><td rowspan="2">административно-бытовые</td></tr>
<tr><td>блокированные</td><td>лечебно-оздоровительные</td><td>машиностроительные</td></tr>
<tr><td rowspan="2">многоквартирные</td><td>торговые</td><td rowspan="2">химической промышленности</td><td rowspan="2">вспомогательного производства</td></tr>
<tr><td rowspan="2">общественного питания</td></tr>
<tr><td>общежития</td><td rowspan="2">лесной промышленности</td><td>транспортные</td></tr>
<tr><td rowspan="3">здания для кратковременного проживания</td><td rowspan="2">культурно-просветительские</td><td rowspan="2">инженерного обеспечения</td></tr>
<tr><td>строительства</td></tr>
<tr><td rowspan="2">спортивные</td><td rowspan="2">пищевой промышленности</td><td rowspan="2">ремонтные и строительные</td></tr>
<tr><td rowspan="4">административно-хозяйственные</td></tr>
<tr><td rowspan="4">легкой промышленности</td><td rowspan="4">складские</td></tr>
<tr><td rowspan="3">научно-исследовательские и проектные институты</td></tr>
<tr><td rowspan="3">сельскохозяйственные</td></tr>
<tr><td>транспортные</td></tr>
<tr><td>сервисные учреждения</td></tr>
</table>

Жилые здания:

1). индивидуальные жилые дома – на 1 семью, малоэтажные;

2). блокированные жилые дома – «таунхаузы» – предназначены для проживания нескольких семей, однако каждая квартира имеет обособленный вход и небольшой приусадебный участок;

3). многоквартирые жилые дома – мало-, средне-, многоэтажные;

4). общежития – семейные и несемейные, разной этажности;

5). здания для кратковременного проживания – гостиницы, пансионаты, жилые корпуса санаториев и домов отдыха…

Общественные здания:

1). учебно-воспитательные – детские сады-ясли, школы, гимназии, лицеи, колледжи, техникумы, вузы;

2). лечебно-оздоровительные – поликлиники, больницы, клиники, госпитали, лазареты, санатории, профилактории…

3). торговые – магазины встроенные, отдельностоящие, комплексы;

4). общественное питание – столовые, кафе, кафетерии, рестораны, быстрое питание;

5). культурно-просветительские – библиотеки, клубы, дома и дворцы культуры, театры, концертные залы, кинотеатры, музеи, выставки…

6). спортивные – учебно-тренировочные, демонстрационные – комплексы, отдельные специализированные;

7). административно-хозяйственные – офисы;

8). научно-исследовательские и проектные институты;

9). транспортные – вокзалы, станции, депо, коммунально-хозяйственные;

10). учреждения сервисные – бытового обслуживания, связи, банки.

Производственные здания классифицируются в соответствии с основными видами промышленности (металлургические – черная и цветная, машиностроительные, химической промышленности, лесной, пищевой…). ***Сельскохозяйственные*** здания – здания, предназначенные только для сельскохозяйственных процессов – содержания скота и птицы, хранения и ремонта сельскохозяйственной техники и т.д.

Вспомогательные промышленные здания**:**

1). административно-бытовые – управления, гардеробно-душевые, медицинские, столовые…;

2). вспомогательного производства – модельные, механические…;

3). транспортные – гаражи, депо, диспетчерские…;

4). инженерного обеспечения (водоснабжения – насосные, очистные сооружения…, энергоснабжения – генераторные…, теплоснабжения – котельные, бойлерные…);

5). ремонтные и строительные;

6). складские…

Требования, предъявляемые к зданиям

Одним из первых требования, предъявляемые к зданиям, сформулировал архитектор Древнего Рима Витрувий (середина I века до н.э. – «Десять книг об архитектуре»): «Польза, прочность, красота». В современном варианте эти требования формулируются следующим образом:

– функциональная (технологическая) целесообразность – здание должно быть удобно для труда, жизни, отдыха или другого процесса, для которого оно предназначено;

– техническая целесообразность – здание должно быть прочным, долговечным, надежно защищать человека от всех воздействий окружающей среды;

– архитектурно-художественная выразительность – привлекательность внешнего вида, благоприятное воздействие на психологическое состояние человека;

– экономическая целесообразность – получение максимально целесообразного результата при минимальных затратах с учетом не только затрат на возведение здания, но и на его эксплуатацию.

Отдельно каждое из этих требований не может ни рассматриваться, ни решаться. Любой строительный объект – результат взаимоувязки всех этих составляющих. Только при такой постановке вопроса возможно получение хорошего результата.

Функциональные требования к зданиям

Требование функциональной целесообразности здания является главным при его проектировании и подразумевает максимальное соответствие помещений здания протекающим в нем функциональным процессам. Различают главные и второстепенные функции как для здания в целом, так и для каждого помещения.

Проект здания должен обеспечивать оптимальную среду для протекания всех функциональных процессов, для которых это здание предназначено. Параметры среды определяются функциональными факторами и предопределяют параметры помещений. К функциональным факторам можно отнести:

1). *пространство*, необходимо для деятельности человека, размещения оборудования и передвижения людей и механизмов (планировочные параметры – длина, ширина помещения, высотные параметры) – обуславливает объемно-планировочное решение помещений и здания в целом;

2). *состояние воздушной среды,* т.е.микроклимат помещения: температурные параметры, влажность, воздухообмен, количество вредных примесей в составе воздуха – обуславливает тепловую защиту, вентилирование, кондиционирование воздуха;

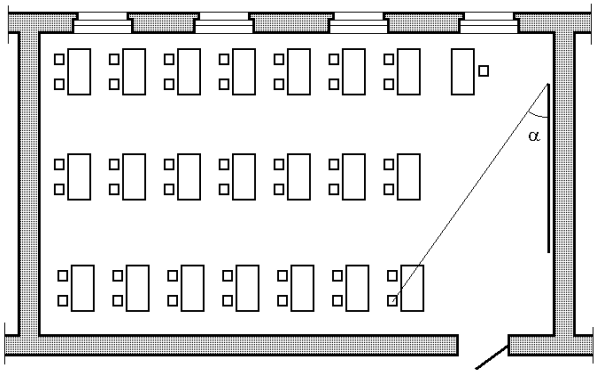
3). *звуковой режим,* условия слышимости – акустика (для соответствующих помещений – учебные аудитории, зрительные залы…), а также звукоизоляция от посторонних шумов (между помещениями, от уличного, производственного шума и т.д.);

4). *световой режим,* условия освещенности в зависимости от крупности предметов, которые должны быть различимы (для промышленных зданий), по необходимости естественного света (комнаты, кухни – да, санузлы, прихожие, кладовые – нет), а также цветовые характеристики (искусственный свет);

5). *видимость и зрительное восприятие* – условия восприятия плоского или объемного объекта (учебные аудитории – доска, лаборатории – результаты опытов, зрительные залы – экран или сцена и т.п.).

Большинство вышеперечисленных факторов влияет на определение размеров помещений (рисунок 22), а также на выбор типа кон-

струкций (несущих и ограждающих). Использование современных технических устройств способствует обеспечению некоторых факторов новыми средствами (видимость во время спортивных состязаний – на экране, воздухообмен – системами кондиционирования, слышимость – системами электроакустики и т.д.).



а – пространство для размещения людей и оборудования (парты, стулья, расстояния между ними для прохода, доска);
б – пространство для движения – проходы между рядами парт;
в – освещение – количество и размеры окон, освещение слева;
г – видимость – $\alpha > 45^{o}$, подъем рядов при необходимости;
д – акустика и звукоизоляция;
е – состояние воздушной среды – объем воздуха на 1 чел > 15 $м^3$.

Рисунок 22 – Влияние функциональных факторов
на планировочные параметры помещения

Качество среды должно обеспечивать, в первую очередь, *главную* функцию помещений. Однако, при проектировании обязательно учитываются и *вспомогательные* функциональные процессы – так, при проектировании учебного здания большую часть его площади занимают помещения аудиторий для занятий, но обязательно предусматриваются помещения административные, медицинского обслуживания, питания, санитарные. Для последних вспомогательные функциональные процессы здания в целом являются главными.

Все помещения – главные и вспомогательные объединяются дополнительными помещениями, основное функциональное назначение которых – движение людей – коридоры, фойе, рекреации, вестибюли и пр. Это *коммуникационные* помещения, их размеры определяются интенсивностью людских потоков в нормальных условиях и обеспечению безопасной эвакуации людей в аварийных ситуациях. Коммуникационные помещения могут занимать до 30 % площади здания.

Требования технической целесообразности

Техническая целесообразность здания определяется решением его конструкций в соответствии с законами физики и химии. Для этого необходимо знать и учитывать все виды воздействий на здания в целом и на каждую конструкцию в отдельности.

Воздействия делятся на силовые и несиловые.

Силовые воздействия:

– *постоянные* нагрузки – от собственного веса (массы) здания, давления грунта;

– *временные длительные* – от веса (массы) стационарного оборудования, собственного веса (массы) некоторых конструкций (например, перегородок);

– *кратковременные* – от подвижного оборудования, людей, снега, ветра (рисунок 23);

– *особые* – сейсмические, аварийные, динамические.

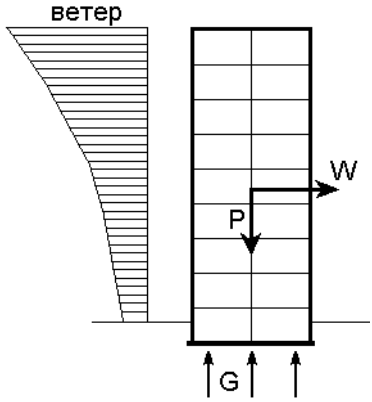


Рисунок 23 – Ветровое воздействие на здание

Несиловые воздействия:

– *температурные* – вызывают изменение размеров строительных материалов (удлинение и уменьшение), которые могут привести к значительным деформациям и силовым воздействиям, а также влияют на температурный режим помещений;

– *влажностные* – атмосферная, грунтовая влага, а также влажность пара, находящегося в воздухе атмосферы и помещений, вызывающие изменение свойств материалов конструкций;

– *химическая агрессия* – от веществ, находящихся в грунте, атмосфере помещений и окружающей среды, при взаимодействии с водяными парами или влагой атмосферной и грунтовой вызывает коррозию материалов конструкций;

– *биологическая агрессия* – от воздействия микроорганизмов и насекомых на материалы органического происхождения;

– *солнечная радиация* – вызывает перегрев помещений, конструкций, а также изменение физико-технических поверхностных слоев свойств материалов ограждающих конструкций;

– *воздействие шумов* – звуковые колебания и ударные шумы, нарушающие нормальный звуковой режим помещений.

Комплекс технических требований включает:

1. *Прочность* – способность воспринимать внешние воздействия без разрушений и существенных остаточных деформаций – обеспечивается правильным выбором строительных материалов и конструкций и их расчетом.

2. *Устойчивость (жесткость)* – способность сохранять равновесие и конструктивную форму в процессе эксплуатации – обеспечивается целесообразным взаимным размещением конструкций, использованием дополнительных конструктивных элементов (рисунок 24) и расчетом. Дополнительные элементы формируются из отдельных стержней, используемых в качестве ***связи***, из плоскостных элементов (чаще всего – стен или перегородок), образующих ***диафрагмы жесткости***. Изменение сочленения конструкций с шарнирного на жесткое образует ***раму***, обладающую повышенной жесткостью в результате совместной работы конструкций.

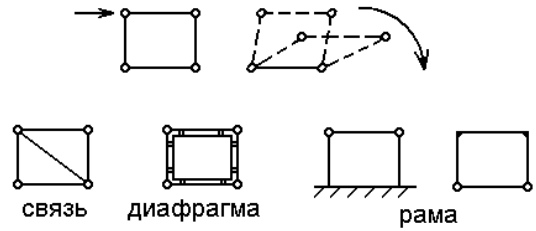


Рисунок 24 – Возможность потери устойчивости конструкций и конструктивные способы ее обеспечения

3. *Долговечность* – сохранение эксплуатационных качеств здания и его элементов весь период эксплуатации – зависит от:

– *ползучести* материалов – накапливание малых непрерывных деформаций от длительного действия нагрузок;

– *морозостойкости* материалов – способности материала сопротивляться многократному замораживанию и оттаиванию;

– *влагостойкости* материалов – способности противостоять длительному воздействию влаги (размягчению, короблению, набуханию, расслоению, растрескиванию и т.д.);

– *коррозиестойкости* – способности сопротивляться разрушению вследствие химических и электрохимических воздействий;

– *биостойкости* – способности органических строительных материалов противостоять действию бактерий и насекомых.

Долговечность определяется предельным проектным сроком службы здания. По степеням долговечности здания делятся на три категории:

1 степень – срок службы более 100 лет – все основные конструкции здания обладают высокой стойкостью к перечисленным выше воздействиям;

2 степень – срок службы от 50 до 100 лет;

3 степень – срок службы от 20 до 50 лет;

Здания, срок службы которых менее 20 лет считаются ***временными***.

4. *Пожарная безопасность* – обеспечивается системой мероприятий, уменьшающих вероятность пожара, обеспечивающих без-

опасную эвакуацию людей и ценного оборудования и обеспечением средств пожаротушения.

Строительные материалы делятся на три группы. **Несгораемые** материалы под воздействием огня не загораются, не тлеют, не обугливаются. **Трудносгораемые** материалы под воздействием огня с трудом загораются, или тлеют, или обугливаются, но после удаления источника огня этот процесс прекращается. **Сгораемые** материалы под воздействием огня загораются и продолжают гореть, тлеть или обугливаться и после удаления источника огня.

Конструкции характеризуются **пределом огнестойкости** (измеряется в часах) – время сопротивления конструкции действию огня до потери несущей способности или до прогрева конструкции на противоположной от источника огня стороне до температуры 140 ^{o}C. Здания по огнестойкости имеют пять степеней – в зависимости от возгораемости и пределов огнестойкости конструкций.

5. *Инженерное благоустройство зданий* – обеспечение водоснабжением, отоплением, бытовым оборудованием и т.п.

Требования архитектурно-художественной выразительности

Необходимым условием проектирования здания является соблюдение функциональных и технических требований, архитектура призвана эстетически формировать среду. Это достигается средствами архитектурной выразительности.

В зависимости от назначения здания, его места в застройке, используются различные выразительные средства. Архитектурная значимость здания рассматривается, в зависимости от его назначения, на уровне *градостроительном, комплекса*, отдельного *здания*.

Важным элементом архитектурной выразительности является формирование *интерьера* здания. В частности, использование той или иной цветовой гаммы позволяет формировать деловую, активную или расслабляющую, способствующую отдыху среду. Использование сигнальной окраски в интерьерах промышленных зданий обеспечивает безопасность и функциональность производственного процесса.

Требования экономической целесообразности

Экономическая целесообразность выступает в качестве обязательного компонента на всех стадиях архитектурно-конструктивного проектирования и строительства зданий:

– при решении *функциональных* задач – назначении параметров помещений, уровня благоустройства здания и пр. – выбирается наиболее экономически оправданный вариант, учитывающий необходимый минимум требований и возможность дальнейшего минимально необходимого развития строительного объекта;

– при разработке *технического* решения проводится технико-экономическое сравнение вариантов проектируемых конструкций с учетом стоимости возведения и эксплуатации здания;

– при формировании *архитектурно-художественного* облика здания учитывается его значение и в соответствии с этим выбираются средства, придающие зданию эстетические качества.

Для выбора экономически целесообразных решений здания по капитальности делятся на четыре класса. Для каждого класса устанавливаются эксплуатационные требования, отражающие состав и размеры помещений, степень их благоустройства, отделки, долговечность и огнестойкость.

1 класс: крупные общественные здания, правительственные учреждения, жилые дома высотой более 9 этажей, крупные промышленные объекты государственного значения (например, гидроэлектростанции);

2 класс: общественные здания массового строительства – школы, больницы, административные здания…, жилые дома высотой 6 – 9 этажей включительно, крупные промышленные здания;

3 класс: общественные здания небольшой вместимости (например, в сельской местности), жилые дома не более пяти этажей;

4 класс: малоэтажные жилые дома (до двух этажей), временные общественные и промышленные здания, рассчитанные на период эксплуатации не более 20 лет.

Вопросы обеспечения максимальной экономической целесообразности при строительстве зданий решаются методами индустриализации строительства.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие классы зданий вы знаете?
2. К какой группе зданий относятся индивидуальные жилые дома, расположенные в сельской местности?
3. Какие требования формируют условия функциональной целесообразности зданий?
4. Какие виды воздействий на строительные объекты вы знаете?
5. К какому виду воздействий относится ветровая нагрузка; нагрузка от оборудования; от собственного веса конструкций; температурные; влажностные воздействия?
6. Что входит в комплекс технических требований?
7. Какие качества строительных материалов обеспечивают его долговечность?
8. На каких уровнях оценивается архитектурно-художественная выразительность здания?
9. Что входит в состав экономических требований?
10. Сколько степеней долговечности зданий вы знаете? От чего они зависят?
11. Сколько классов капитальности зданий вы знаете? От чего они зависят?
12. Как формулировал требования к архитектурным объектам Витрувий? Как его формулировка соотносится с современными требованиями?

3 ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ

Объемно-планировочное решение – целесообразное по функциональным, техническим, архитектурно-художественным и экономическим требованиям расположение помещений заданных форм и размеров в едином комплексе.

По расположению помещений в пространстве здания делятся на одноэтажные, малоэтажные, многоэтажные и здания смешанной этажности.

Помещения по способу их связи между собой могут быть проходными и непроходными – изолированными. Непроходные помещения сообщаются между собой с помощью третьего (обычно коммуникационного – коридор, лестница…).

По взаимному расположению помещений выработалось три типа планировок: ячейковая система, зальная система, комбинированная система.

Планировочные системы

Ячейковая система, состоящая из проходных помещений называется ***анфиладной*** (рисунок 25). Анфиладная схема характерна для зданий музеев, выставок, дворцов.

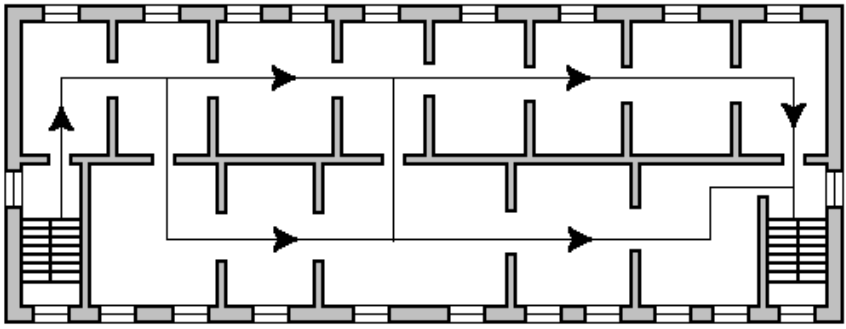


Рисунок 25 – Анфиладная схема планировки

Система ячеек (комнат), связанных между собой коридором называется ***коридорной***. При этом помещения могут располагаться с двух сторон от коридора (рисунок 26), с одной стороны (рисунок 27).

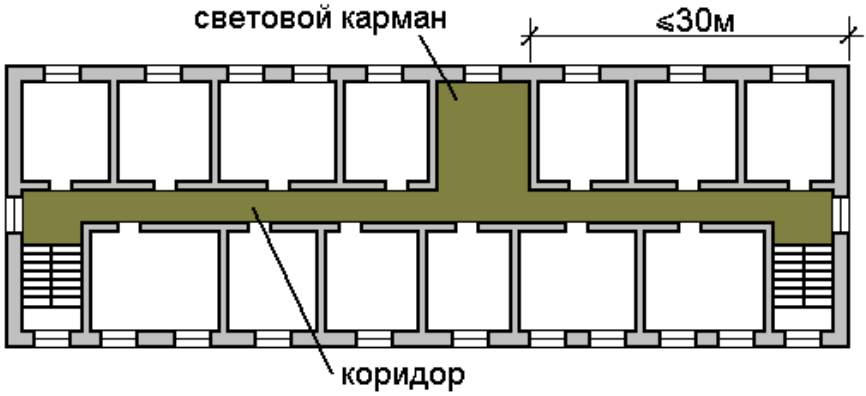


Рисунок 26 – Коридорная схема планировки

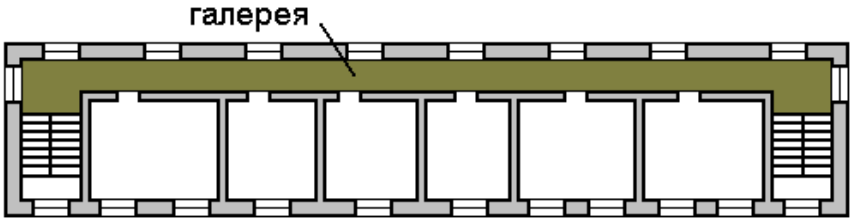


Рисунок 27 – Коридорная схема планировки с односторонним расположением помещений

Последний вариант улучшает условия освещенности в коридоре, но увеличивает вспомогательную площадь здания и удорожает строительство. При двухстороннем расположении комнат и длинном коридоре к нему необходимо пристыковывать рекреации, выполняющие роль световых карманов (через каждые 30 м). Коридорная схема применяется при проектировании жилых домов (редко), офисных зданий, гостиниц, учебных заведений, бытовых помещений промышленных цехов и т.п.

Зальная система предусматривает одно (главное) помещение, как правило определяющее его функцию. Вокруг могут группироваться небольшие второстепенные помещения. Зальные системы характерны для крупных спортивных сооружений, например, крытых стадионов. Пример зальной планировки показан на рисунке 28.

Рисунок 28 – Зальная система объемно-планировочного решения. (Стадион Спартак в Москве – проект к чемпионату мира 2018 г.)

Комбинированная или **смешанная** система характерна для зданий, в которых помимо крупного зального помещения располагается множество ячеек, также выполняющих главную функцию – школы, театры (рисунок 29).

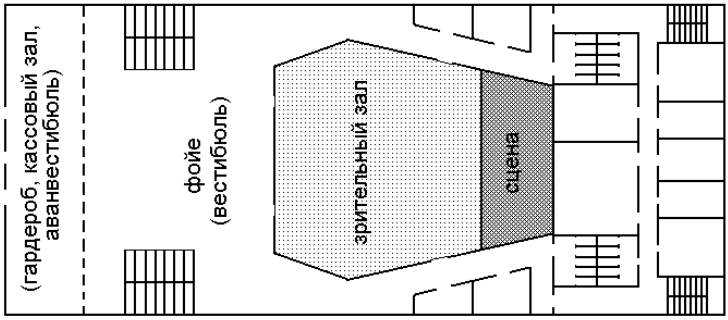


Рисунок 29 – Смешанная (комбинированная) система планировки

Функциональные схемы

При разработке любой системы планировки целесообразно размещать помещения, связанные между собой функционально, как можно ближе друг к другу. Такое размещение способствует наибо-

лее компактному решению, сокращению коммуникаций, уменьшению общего объема здания. Для выполнения этих условий до начала разработки планировочного решения здания составляют **функциональную** или **технологическую схему здания** или его части. Примеры функциональных схем драматического театра и жилой квартиры приведены на рисунках 30 и 31.

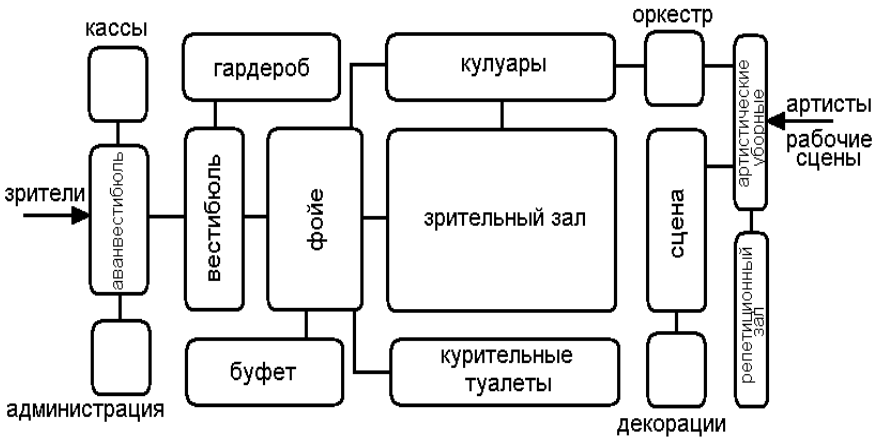


Рисунок 30 – Упрощенная функциональная схема театра

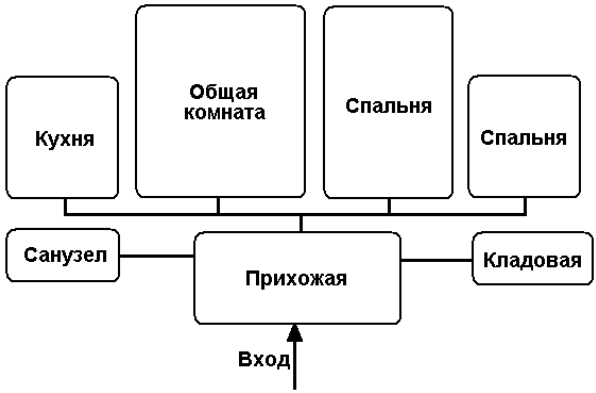
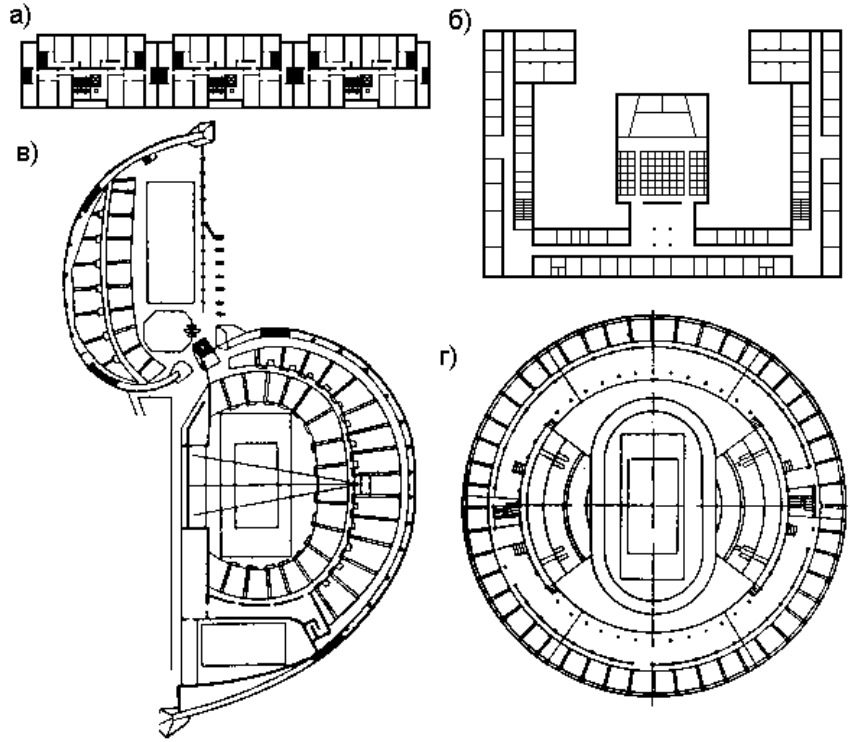


Рисунок 31 – Функциональная схема квартиры

Форму зданий определяют в соответствии с общим планировочным решением. Чаще всего форма отдельных помещений – прямоугольная, а общий план здания представляет собой либо крупный прямоугольник, либо их сочетание (примеры – на рисунке 32). Для некоторых зданий используются другие формы – круг (для цирков, например), овал (для спортивных сооружений), сложные сочетания.

При разработке объемно-планировочного решения здания учитывают не только взаимосвязи помещений в плане, но и **зонирование** общего объема по различным функциональным признакам. Например, в жилом доме можно выделить дневную и вечернюю зону, зоны отдыха, рабочую, хозяйственную, зону хранения, коммуникационную, санитарно-гигиеническую и т.п.



а – жилой дом; б – учебный корпус; в – бассейн; г – стадион

Рисунок 32 – Формы зданий в плане

Разделение помещений по зональному признаку позволяет распределить их по этажности. **Количество этажей** определяется многими параметрами: назначением (детские сады – не выше двух этажей), градостроительными условиями (Санкт-Петербург – вся центральная часть города – не выше Исаакиевского собора), природными данными строительной площадки (на крутом рельефе целесообразно располагать многоэтажные здания, имеющие относительно небольшие площади застройки), экономическими требованиями (в крупных городах застройка высотная), технологическими особенностями (технологический процесс, вытянутый по горизонтали, с тяжелым оборудованием, устанавливаемым на собственные фундаменты, диктует необходимость строительства одноэтажного производственного здания; технологический процесс, требующий вертикального расположения помещений друг над другом, здания с легким оборудованием обуславливают строительство многоэтажного промышленного корпуса). Распределение помещений по этажам осуществляется из условий их взаимосвязи, а также с учетом того, чтобы площади этажей были одинаковы.

При формировании планировок многоэтажных зданий учитываются также следующие условия:

– планировки ***архитектурно-планировочных узлов*** (входных помещений, вертикальных коммуникаций, санитарных узлов и пр.);

– ***вертикальная увязка «мокрых» помещений*** – туалетов, ванных, кухонь, душевых и пр. – такие помещения могут располагаться только над соответствующими помещениями нижних этажей. Это обусловлено, во-первых, необходимостью прокладки трубопроводов горячего, холодного водоснабжения и канализации, и, во-вторых – помещения с повышенной влажностью при таком решении оказывают меньшее вредное воздействие на другие помещения;

– ***вертикальные несущие конструкции*** (капитальные стены, колонны) так же, как и лестницы и санузлы, должны располагаться строго друг над другом для обеспечения их взаимного опирания. Поэтому помещения с большими пролетами целесообразно размещать в верхних этажах (пример – устройство поточных аудиторий в верхних этажах учебных корпусов).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды планировочных решений вы знаете?
2. Чем отличается анфиладная схема планировки?
3. Какие преимущества и недостатки при одностороннем и двустороннем расположении помещений в коридорной схеме?
4. Назовите примеры смешанных планировочных схем.
5. Какие формы зданий в плане вы знаете? Назовите примеры.
6. Что такое функциональная схема? Чем она отличается от планировочной схемы?
7. Составьте функциональную схему своей квартиры, небольшого магазина, кинотеатра.
8. Что определяет количество этажей в здании?
9. Как технологические требования влияют на выбор этажности?
10. Каковы общие требования к расположению «мокрых» помещений в многоэтажных зданиях? Чем они обусловлены?
11. Почему в многоэтажных зданиях большепролетные помещения располагают на верхних этажах?

4 СТРУКТУРНЫЕ УЗЛЫ

Вестибюльная группа

Каждое здание, как правило, имеет один главный вход и несколько второстепенных (служебных). Через главный вход проходит основная масса людей, участвующих в функциональном процессе, второстепенные входы обслуживают второстепенные функции (хозяйственную, эвакуационную и т.п.). Главный вход должен быть хорошо виден, на фасадах на него делается акцент.

Перед входом обязательно устраивается крыльцо (выше уровня земли для защиты от поверхностных вод) с навесом от дождя. Тамбуры служат для защиты здания от проникновения холодного воздуха. Последние по глубине имеют обычно размер не менее 1200 мм. В летнее время проход организуется насквозь, а в зимнее – с отсечением холодного воздуха.

Вестибюль – коммуникационное помещение, служит для приема людей и их распределения по зданию. Площадь (включая гардероб) определяется из расчета 0,25 м^2 на 1 человека. В вестибюле располагают гардероб для верхней одежды, а также дополнительные помещения: для охраны, киоски, санузлы и т.п. Из вестибюля люди попадают в коридоры и на лестнично-лифтовые узлы (рисунок 33).

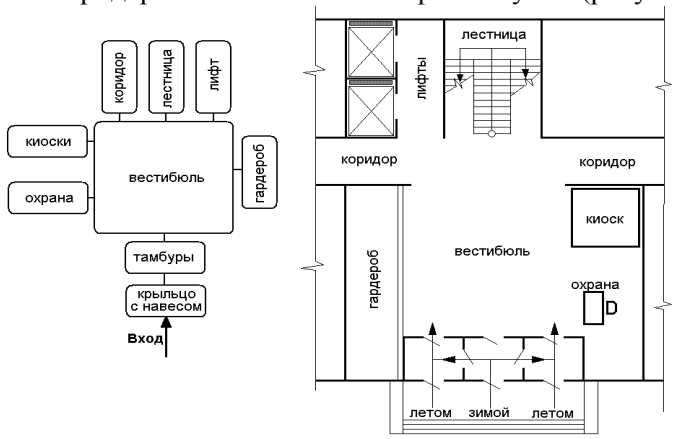
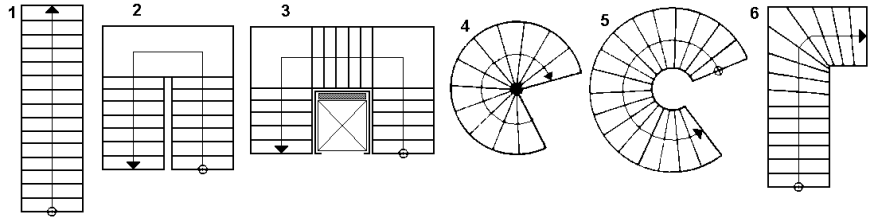


Рисунок 33 – Функциональная схема главного входа и пример планировочного решения входного узла

Вертикальные коммуникации

Для сообщения между этажами используются лестницы, лифты – подъемники периодического действия (в зданиях выше пяти этажей и в зданиях, оборудованных лифтами по функциональным требованиям, например, в больницах), эскалаторы (от французского «взбираться») – подъемники непрерывного действия, пандусы – пологие наклонные поверхности.

Лестницы могут быть разнообразной формы (рисунок 34).



1 – одномаршевая лестница; 2 – двухмаршевая; 3 – трехмаршевая (вокруг лифтовой шахты); 4 – винтовая на центральном столбе; 5 – винтовая с внутренним проемом; 6 – с забежными ступенями

Рисунок 34 – Виды лестниц

Одномаршевые лестницы, обычно довольно крутые, используются как вспомогательные. Количество ступеней в одном марше – не более 17. Двухмаршевые – самые распространенные. Трехмаршевые – для более компактного решения лестнично-лифтового узла. Винтовые лестницы достаточно красивы в интерьере, но по ним неудобно ходить и (особенно) проносить грузы из-за того, что ступени имеют разную ширину проступи. Лестницы с забежными ступенями более компактны, используются в частных домах и двухэтажных квартирах. Минимальный размер проступи в винтовых лестницах и лестницах с забежными ступенями – 100 мм.

Элементы ступеней называются проступью **a** (горизонтальная часть) и подступёнком **b** (вертикальная). Отношение подступенка к проступи называется уклоном лестницы. Обычно уклон принимается 1:2, для второстепенных и внутриквартирных лестниц допустимы

уклоны 1:1,75; 1:1,5; 1:1,25. Кроме того, из величины среднего шага человека должно выполняться условие: **a** + 2**b** = 600 мм. Соответственно уклону размеры ступеней (мм) составят: 150:300; 160:280; 173:260; 185:230 (рисунок 35).

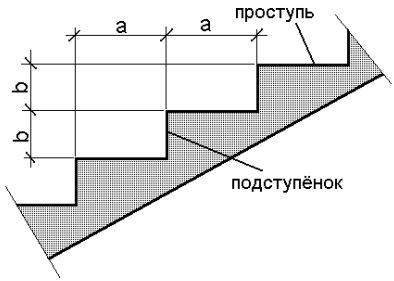


Рисунок 35 – Элементы лестницы

В составе лестничной клетки в пределах одного этажа обычно располагается две лестничных площадки и два марша. Ширина марша **A** не менее 900 и не более 2200 мм (зависит от значимости здания и лестницы в здании, этажности, числа пользующихся лестницей). Между маршами обязательно предусматривается просвет не менее 100 мм (по условиям противопожарной безопасности).

На рисунке 36 показано геометрическое построение лестницы. Высота этажа $\mathbf{H_{эт}}$ (принимается от пола нижерасположенного этажа до пола следующего этажа) разбивается на n частей, равных высоте подступенков $\mathbf{n} = \mathbf{H_{эт}}/\mathbf{b}$. В двухмаршевой лестнице в одном марше будет **n**/2 подступенков и (**n**/2 – 1) проступей, так как последний подступенок придется на лестничную площадку. Общая длина лестничного марша определится как $\mathbf{L} = (\mathbf{n}/2 - 1)\cdot\mathbf{a}$. Размер ширины лестничных площадок должен быть не менее ширины марша **A** ($\mathbf{B_1} \geq \mathbf{A}$), кроме того, ширина площадки, с которой осуществляется вход в квартиры или какие-то помещения (этажная площадка), должна быть не менее 1200 мм ($\mathbf{B_2} \geq \mathbf{A}$, $\mathbf{B_2} \geq 1200$). Соответственно, общие размеры лестничной клетки без учета толщины стен составят: ширина 2**A**+100, длина $\mathbf{B_1} + \mathbf{B_2} + \mathbf{L}$.

По условиям противопожарной безопасности в многоэтажных зданиях должно быть не менее двух лестниц, заключенных в лестничные клетки, имеющих естественное освещение и наружные выходы.

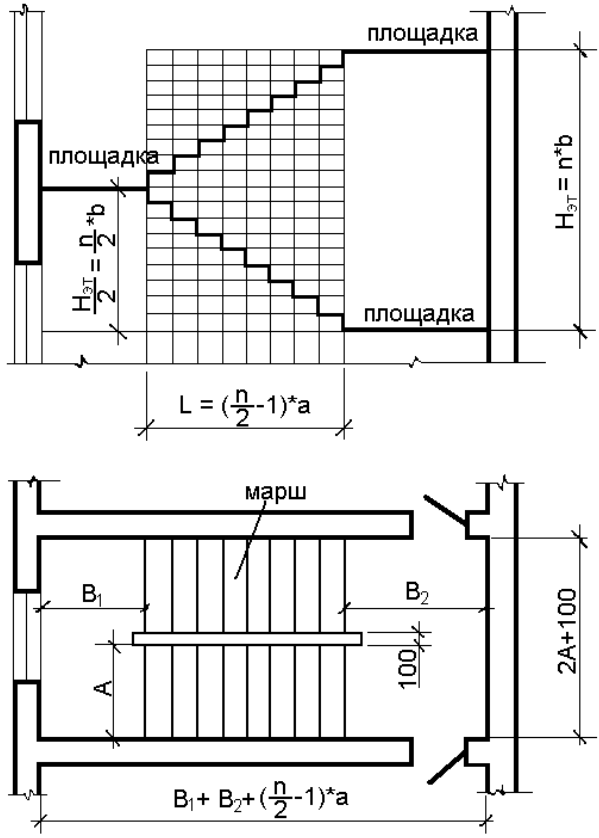


Рисунок 36 – Порядок построения лестницы

Лифты в многоэтажных зданиях (рисунок 37) располагаются обычно вблизи лестничных клеток (в лифтовых холлах), либо в одном объеме лестнично-лифтового узла. Подъемники располагаются в специальных лифтовых шахтах. В нижней части его располагают компенсатор для аварийного гашения скорости, в верхней – машинное отделение с подъемной лебедкой, оборудованное подвесным краном для обслуживания механизмов. Противовес может располагаться сзади кабины, либо сбоку от нее. Здания до 9 этажей оборудуются одним пассажирским лифтом, до 12 этажей – двумя пас-

сажирскими лифтами, до 16 этажей – одним пассажирским и одним грузовым лифтами. При большей этажности количество лифтов также увеличивается, часть лифтов делают скоростными. Запас прочности тросов лифтов – не менее 10-кратного.

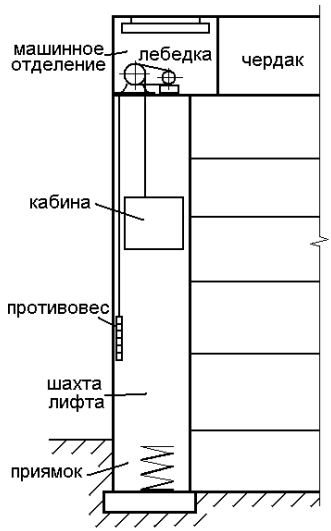


Рисунок 37 – Схема устройства лифта

Пандусы (рисунок 38) – пологие наклонные плоскости – используются вместо лестниц в зданиях с большим скоплением людей, в зданиях многоэтажных гаражей (рампы для въезда машин на требуемый уровень), в зданиях, предназначенных для проживания и посещения маломобильными группами населения.

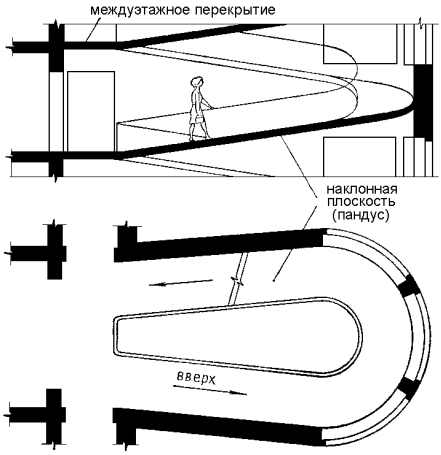


Рисунок 38 – Пандус для подъема на этаж

Известен случай использования непрерывного спирального пандуса в здании музей Гуггенхейма в Нью-Йорке для просмотра экспозиции.

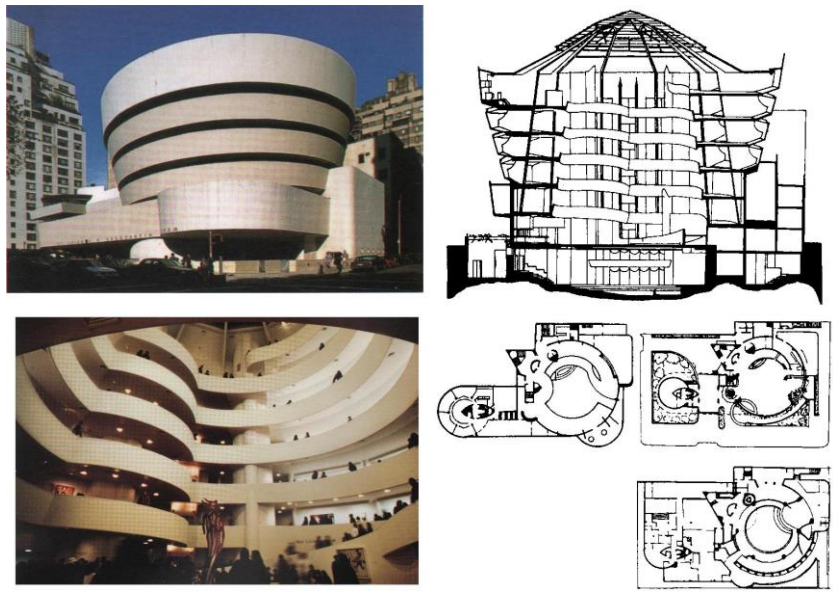


Рисунок 39 – Музей Гуггенхейма в Нью-Йорке
(общий вид, интерьер, разрез, схемы планов)

Здания и сооружения с большим потоком людей (торговые залы, станции метро и т.п.) оборудуются подъемниками непрерывного действия – эскалаторами (рисунок 40). Ступени эскалатора могут быть значительно круче обычной лестницы. Поручни оборудуются движущимися перилами. Особое внимание должно быть уделено безопасности при входе и сходе с эскалатора.

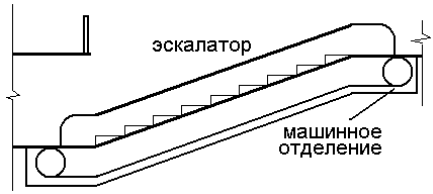


Рисунок 40 –
Схема эскалатора

Вопросы для самоконтроля

1. Какие элементы входят в состав входного узла здания?
2. Как организуется проход через тамбур в летнее и зимнее время? Отличаются ли схемы друг от друга?
3. Как определяется площадь вестибюля общественного здания?
4. Для чего предназначены вертикальные коммуникации? Какие виды вертикальных коммуникаций Вы знаете?
5. Какой вид лестниц наиболее распространен и почему?
6. Начертите схемы лестниц: одномаршевой, двухмаршевой, винтовой, с забежными ступенями?
7. Какими условиями определяются размеры ступеней?
8. Для чего между маршами в двухмаршевой лестнице оставляют зазор 100 мм?
9. Назовите элементы лифтового устройства?
10. Какое количество лифтов и какого типа должно быть в здании высотой до 5 этажей? До 9 этажей? До 16 этажей?
11. Что такое пандус? Для чего используются пандусы в жилых домах, общественных зданиях?
12. Чем отличается эскалатор от пандуса?
13. Назовите здания в Вашем городе, в которых имеются лифты, пандусы, эскалаторы.

5 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ

Части зданий

Внутреннее пространство зданий расчленено на отдельные помещения, ограниченные со всех сторон. Совокупность всех помещений, полы которых расположены на одном уровне, называется ***этажом***. Отдельные этажи имеют определенные названия:

– *подвал* – этаж, полностью или большей своей частью заглубленный под землю (часто называется *подвальный этаж*);

– *цокольный* или *полуподвальный* – этаж, уровень пола которого заглублен от уровня земли (тротуара, отмостки) менее чем на половину высоты помещения;

– *надземный* – этаж, расположенный выше уровня земли (первый, второй, третий, …);

– *чердачный* – этаж, расположенный между крышей и верхним перекрытием над последним этажом (часто называется просто *чердак*);

– *мансардный (мансарда)* – помещение, выгороженное внутри чердака, используемое для размещения жилых или других полезных помещений (отапливаемых чаще всего);

– *технический* – этаж, предназначенный для размещения инженерно-технического оборудования и коммуникаций. Может быть расположен в нижней части здания (техническое подполье), верхней (технический чердак), либо в средней части (например, над проездом, либо над первым общественным этажом жилого дома, в междуэтажном перекрытии промышленного здания с большими пролетами – в межферменном пространстве и т.п.).

Разделение здания на помещения осуществляется с помощью конструкций, которые составляют материальную оболочку здания.

Основные конструктивные элементы зданий

Основные конструктивные элементы гражданских зданий рассмотрим на рисунках 41 – 43 (нумерация элементов на всех трех рисунках сквозная). Ниже рассматриваются основные требования, предъявляемые к каждому элементу и их характеристики.

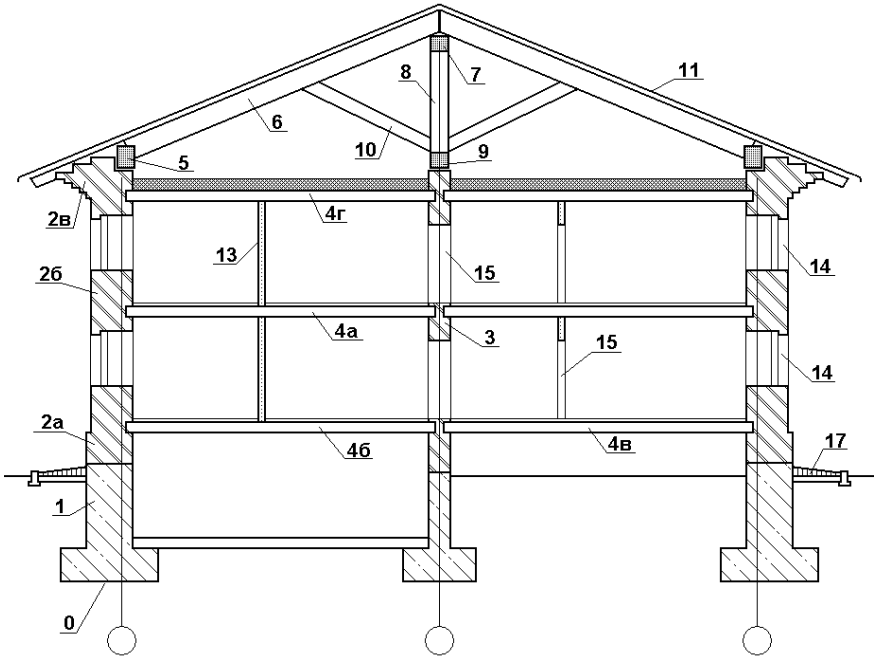


Рисунок 41 – Основные конструктивные элементы здания
с несущими стенами и скатной крышей

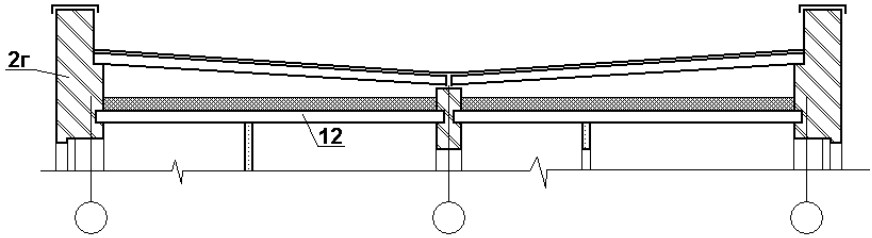


Рисунок 42 – Фрагмент совмещенного покрытия

0 – *основание* – слой грунта, на который опирается подошва фундамента и на который передается вся нагрузка от здания. Несмотря на то, что, строго говоря, основание нельзя назвать конструктивным элементом здания, его параметры влияют на конструктивное

решение здания и даже на саму возможность возведения здания в конкретном месте, весьма значительно. Поэтому необходимо определиться с требованиями, которые строители предъявляют к грунтам для постановки на них строительного объекта. Основание должно обладать достаточной прочностью, чтобы выдерживать нагрузку от всего здания (вместе с нагрузкой от оборудования, мебели, людей и т.п.), а также малой сжимаемостью (обеспечение малой осадки зданий в процессе эксплуатации). ***Естественные*** основания – природные грунты, используемые для опирания фундамента, ***искусственные*** – основания, подвергшиеся какой-либо обработке: упрочнению за счет введения в грунт каких-либо вяжущих веществ (цементации, силикатизации, битумизации), химической обработке различными растворами, обжигу, предварительному замачиванию (для некоторых видов лессовых грунтов), упрочнению с помощью набивных или забивных свай и т.д.

1 – *фундамент* – подземная часть здания, воспринимающая нагрузку от всех вышерасположенных конструкций и передающая ее на основание. Фундамент должен быть прочным, устойчивым (при наличии подвала стены фундамента являются стенами подвала и испытывают боковое давление грунта, т.е. работают как подпорная стенка), водостойким, стойким к химической и биологической агрессии.

Стены – вертикальные конструкции.

2 – *наружные стены*, состоят из цокольной части (2а), собственно стены (2б) и верхней части – карниза (2в) или парапета (2г). По несущей способности могут быть:

– ***несущими (капитальными)*** – воспринимающими нагрузки от собственного веса, перекрытий и покрытия,

– ***самонесущими*** – воспринимающими нагрузку только от собственного веса,

– ***ненесущими (навесными)*** – передающими нагрузку от собственного веса на элементы каркаса (колонны, ригели, плиты перекрытий).

Наружные стены должны обладать прочностью, устойчивостью (они воспринимают ветровые воздействия), хорошими тепло, влаго- и звукоизолирующими параметрами. В городских условиях (в особенности) стены зданий должны обладать стойкостью к химической агрессии (от выхлопных газов автомобилей). Для деревянных домов важным является защита стен от биологической агрессии, а также от пожара.

3 – *внутренние стены* – обычно несущие, должны обладать прочностью, хорошей звукоизоляцией.

4 – *перекрытия* – горизонтальные несущие конструкции, воспринимающие собственный вес и все нагрузки от людей, оборудования, и передающие их на капитальные стены или каркас. Перекрытия делят здание на уровни – этажи. В зависимости от своего положения в здании делятся на:

– ***междуэтажные*** (4а) – разделяющие средние этажи здания, должны обладать хорошими звукоизолирующими свойствами;

– ***подвальные*** (4б) – между подвалом и первым этажом;

– ***нижние*** (4в) – между первым этажом и подпольем,

– ***чердачные*** (4г) – между верхним этажом и чердаком.

Все перекрытия должны обладать необходимой прочностью, перекрытия, разделяющие помещения с различной температурой (чердак и жилой этаж, неотапливаемое подполье и первый этаж и т.п.), должны включать в свой состав теплоизолирующие слои. Исходя из требований экономики, толщину перекрытий стараются сделать ***минимальной***, так как ее увеличение приводит к увеличению расходов на возведение стен, а также на эксплуатацию здания (в частности, на отопление) вследствие увеличения общего объема здания.

Элементы *скатной крыши* делятся на несущие и ограждающие. Стропильная конструкция, включающая мауэрлат, лежень, стойки, стропильные ноги, коньковый брус – несущая, обрешетка – основание под кровлю. Кровля – ограждающая конструкции.

5 – *мауэрлат* – брус, воспринимающий сосредоточенную нагрузку от стропил и распределяющий ее на стену. Воспринимает не только вертикальное давление, но и распор, поэтому обязательно

должен иметь упор с наружной стороны здания. Обычно выполняется из дерева, защищаемого от гниения, микроорганизмов и насекомых, а также от пожара антисептическими и антипиренными пропитками.

6 – *стропильная балка* (стропило) – наклонная балка, воспринимающая нагрузку от кровли, а также обеспечивающая проектный уклон скатной крыши. Деревянные стропила соединяются с мауэрлатом – на врубке, верхней частью – опираются на коньковый брус.

7 – *коньковый брус (коньковый прогон)* – верхняя опора стропил.

8 – *стойка* – служит для поднятия конькового бруса на проектную высоту.

9 – *лежень* – брус, распределяющий нагрузку от стоек по внутренней стене. В отличие от мауэрлата воспринимает только вертикальную нагрузку. В остальном к нему предъявляют те же требования.

10 – *подкос (раскос)* – обеспечивает геометрическую неизменяемость (жесткость) стропильной конструкции в целом и уменьшает свободный пролет стропильной ноги.

11 – *кровля* – ограждающая конструкция скатной крыши, обеспечивает защиту здания от атмосферных осадков, ветра. Кровельные материалы могут быть жесткими (профилированные металлические листы, металлочерепица, асбестоцементные волнистые листы, керамическая или песчанополимерная черепица), в этом случае они укладываются по *разреженной обрешетке*, либо мягкими, с использованием рулонных материалов (так называемые «мягкие кровли»), укладывающиеся по *сплошной обрешетке*.

В *совмещенных покрытиях* – **12** – функции чердачного перекрытия и крыши совмещаются в одной конструкции, которая воспринимает нагрузки от всех внешних силовых воздействий, защищает здание от влаги, потерь тепла, ветра, всех видов несиловых воздействий. Совмещенные покрытия включают несколько конструктивных элементов: несущие конструкции (чаще всего железобетонные плиты покрытия), утеплитель и паро- и гидроизолирующие материалы. Если между верхним перекрытием и кровлей имеется воздушный зазор, совмещенное покрытие называется *вентилируемым*,

если все слои покрытия следуют друг за другом без воздушного зазора – *невентилируемым*.

13 – *перегородка* – ограждающая конструкция, служит для деления объема здания на отдельные помещения. Устанавливается на перекрытие, поэтому может устанавливаться в любом требуемом месте, а также демонтироваться. Перегородки должны обладать хорошей звукоизоляцией, а также гвоздимостью.

14 – *оконные проемы* – устраиваются в наружных стенах для обеспечения естественного освещения помещений. Заполняются оконными блоками, состоящими из оконной коробки и заполнения.

15 – *дверные проемы* – устраиваются в стенах и перегородках для сообщения помещений между собой. Заполняются дверными блоками, состоящими из дверной коробки и дверного полотна.

16 – *лестницы* – средства вертикальных коммуникаций, служат для сообщений между этажами. Для безопасности оборудуются перилами. Помещения, в которых располагаются лестницы, называются *лестничными клетками*. Помимо лестниц для подъема на этажи используются *эскалаторы*, *пандусы* (наклонные плоскости) и *лифты*. Помещения лифтовых холлов совместно с лестничными клетками образуют *лестнично-лифтовые узлы*.

17 – *отмостка* – обрамление здания по периметру асфальтобетонным покрытием. Служит для отвода атмосферной влаги от фундаментов и оснований зданий.

В некоторых случаях вместо капитальных стен устраивается система стоек с опирающимися на них горизонтальными ригелями (прогонами, балками) (рисунок 43). Такие здания называются каркасными.

18 – *фундаментная балка* – горизонтальный конструктивный элемент, предназначенный для восприятия нагрузок от стен, основное требование – прочность. Сам фундамент выполняется в виде отдельных столбов под каждую колонну, на него же опирается и фундаментная балка.

19 – *колонна* (стойка, столб) – вертикальная несущая конструкция, воспринимающая все нагрузки от перекрытий и покрытия, и передающая их на фундамент. Колонны должны быть прочными, устойчивыми.

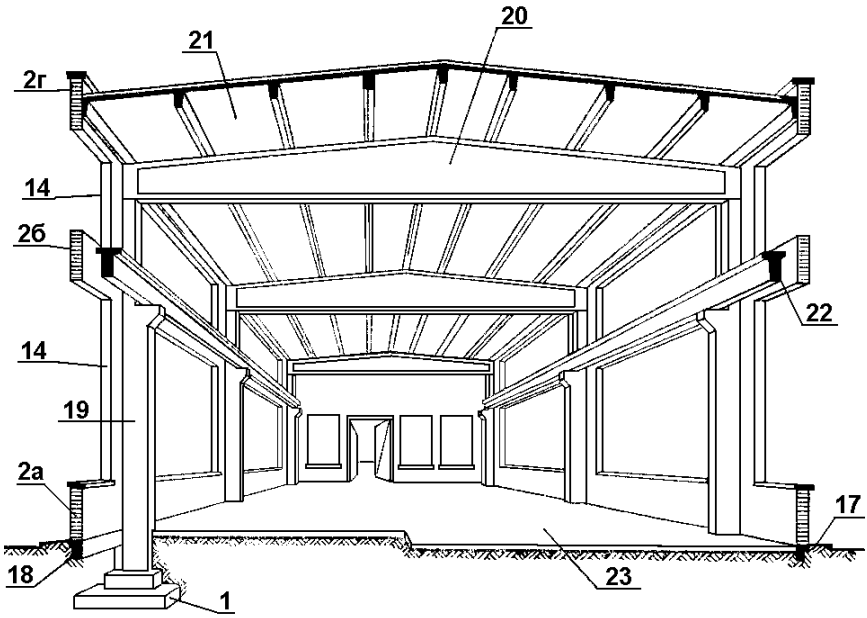


Рисунок 43 – Элементы каркасного промышленного здания

20 – *ригель* – горизонтальный несущий элемент перекрытия и покрытия. Ригели могут быть выполнены в виде *балок, прогонов* – сплошных горизонтальных элементов, опирающихся на консоли колонн, либо *ферм* – сквозных горизонтальных элементов значительной высоты, используемых для выполнения перекрытий и покрытий над большими помещениями.

21 – *плита покрытия* – конструкция, выполняющая ограждающую и несущую функции. Воспринимает нагрузку от кровли и, в зимнее время, от снега.

22 – *подкрановая балка* – конструктивный элемент, присутствующий только в промышленных зданиях, оборудованных мостовыми кранами, предназначен для прокладки рельсов, по которым двигаются краны для переноса грузов внутри здания. Должны обладать прочностью и устойчивостью, так как воспринимают горизонтальные усилия при разгоне и торможении кранов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое этаж? Какие виды этажей вы знаете?
2. Чем подвал отличается от цокольного этажа?
3. В чем отличие мансарды от чердака?
4. Какие конструкции расположены под землей?
5. Что такое фундаментная балка? На что она опирается?
6. Какие части наружной стены вы можете назвать?
7. Какими могут быть наружные стены по восприятию нагрузок?
8. Какие перекрытия должны иметь в своем составе утеплитель?
9. Какие требования предъявляются к перекрытиям?
10. Какие части скатной стропильной крыши вы знаете?
11. Что такое мауэрлат?
12. Чем лежень отличается от мауэрлата?
13. Почему совмещенные покрытия так называются?
14. Какие, кроме стен, вертикальные несущие конструкции вы знаете?
15. Какие здания называются каркасными?
16. На что опираются перегородки?
17. Из чего состоит дверное заполнение, оконное заполнение?
18. Для чего предназначена отмостка?

6 КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ

Совокупность конструкций, воспринимающих все силовые воздействия на здание (фундаменты, стены, колонны и ригели, перекрытия, покрытие), образует ***несущий остов*** – пространственную систему вертикальных и горизонтальных несущих элементов.

Несущий остов определяет конструктивную систему здания.

Стеновая конструктивная система

Стеновая конструктивная система называется так, потому что основными несущими вертикальными конструкциями в зданиях этой системы являются наружные и внутренние стены. Стеновая конструктивная система имеет три разновидности, называемые *конструктивными схемами*, определяемые расположением несущих стен:

– конструктивная схема с продольными несущими стенами (рисунок 44);

1 – наружные несущие стены;
2 – внутренние несущие стены;
3 – стены лестничной клетки (обеспечивают жесткость здания);
4 – настил перекрытий;
5 – перегородки.

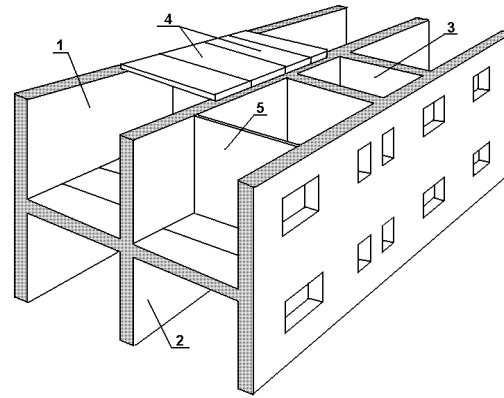
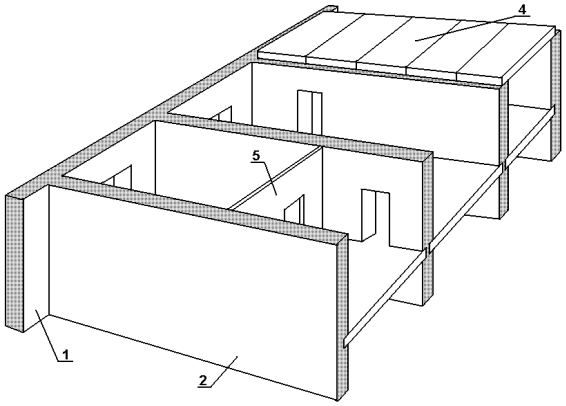


Рисунок 44 – Здание с продольными несущими стенами

Преимущества конструктивной схемы с продольными несущими стенами – свобода планировки (длина помещений ничем не ограничена), ***недостатки*** – наружные стены должны одновременно

выполнять и несущую, и ограждающую функции, что делает их конструктивное решение достаточно сложным;

– конструктивная схема с поперечными несущими стенами (рисунок 45);



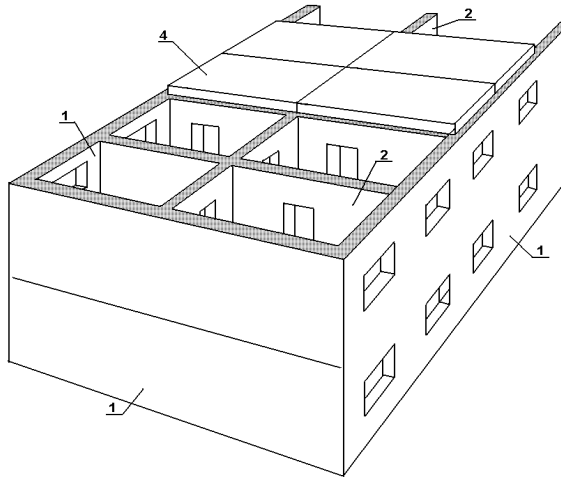
1 – наружные самонесущие стены (на них нет опирания перекрытий);
2 – внутренние поперечные несущие стены;
4 – настил;
5 – перегородка

Рисунок 45 – Здание с поперечными несущими стенами

Преимущества конструктивной схемы с поперечными несущими стенами: она обладает большей жесткостью, конструкции функционально независимы – наружные продольные стены осуществляют ограждающую функцию (защиту от теплопотерь, от влаги, шума и пр.), а внутренние стены – несущие, ***недостатком*** является ограничение планировочных возможностей – размеры помещений ограничены длиной плит перекрытия;

– конструктивная схема с перекрестным расположением несущих стен (рисунок 46).

Преимущества конструктивной схемы с перекрестными несущими стенами: настил может иметь наименьшую высоту за счет опирания по контуру, ***недостатки***: нет свободы планировки – размеры планировочных ячеек ограничены максимальными размерами плит перекрытия (6,3 м – транспортный габарит, а также глубина помещения из условий освещенности; 3,6 м – по общей массе плиты и использованию грузоподъемных механизмов).



1 – наружные несущие стены (продольные и поперечные); 2 – внутренние несущие стены (продольные и поперечные); 4 – настил (плиты, опирающиеся по контуру, размером на помещение)

Рисунок 46 – Здание с перекрестными несущими стенами

Каркасная конструктивная система

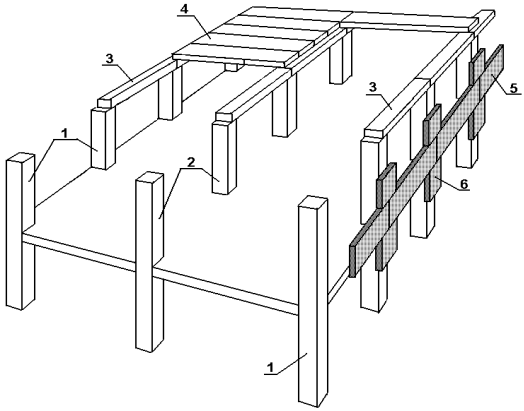
Каркасная конструктивная система используется в зданиях, в которых все вертикальные нагрузки воспринимаются колоннами, а для опирания перекрытий и покрытия используются ригели. Наружные стены в каркасных зданиях могут быть самонесущими (передавать нагрузку от вышерасположенных элементов на нижерасположенные, а затем на фундамент), либо навесными – передающими нагрузку на элементы каркаса (колонны, либо перекрытия).

Преимущества каркасной конструктивной системы – четкое разделение функций конструктивных элементов; максимальная свобода планировки, так как пространство этажа не разделено капитальными стенами, отдельные опоры – колонны – позволяют иметь большие пространства, не разделяемые на отдельные ячейки. Кроме того, при разгораживании этажей возможно изменение планировки и перенос перегородок в соответствии с изменением функциональной

схемы. ***Недостатки*** каркасной конструктивной схемы – большое количество типоразмеров конструкций, множество достаточно сложных конструктивных узлов – многодельность при возведении здания.

Каркасная система включает 4 схемы:

– с продольным расположением несущих ригелей (рисунок 47);



1 – колонны каркаса, наружные ряды;
2 – колонны каркаса, внутренние ряды;
3 – продольно расположенные ригели;
4 – настил из плит перекрытия;
5 – навесные стены

Рисунок 47 – Каркас с продольным расположением ригелей

– с поперечным расположением несущих ригелей (рисунок 48);

1 – колонны каркаса, наружные ряды;
2 – колонны каркаса, внутренние ряды;
3 – поперечно расположенные ригели;
4 – настил из плит перекрытия;
5 – навесные стены

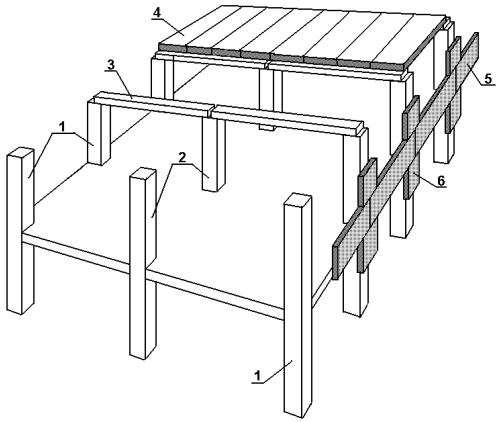
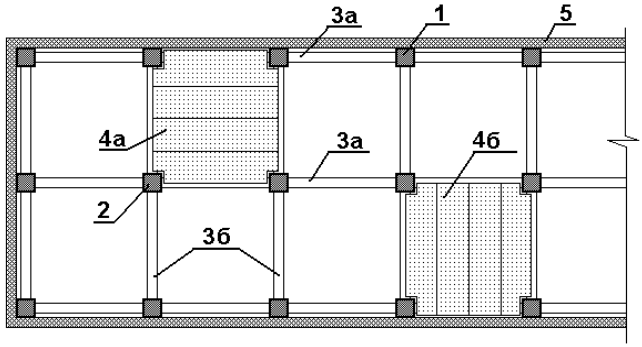


Рисунок 48 – Каркас с поперечным расположением ригелей

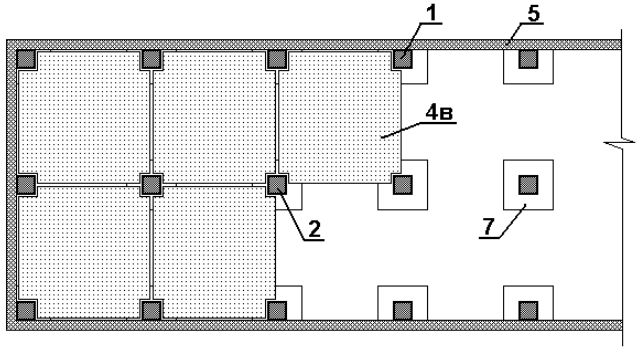
– с перекрестным расположением несущих ригелей (рисунок 49);



1 – колонны каркаса, наружные ряды; 2 – колонны каркаса, внутренние ряды; 3 – ригели (а – продольно расположенные, б – поперечно расположенные); 4 – настил из плит перекрытия (а – в продольном направлении, б – в поперечном направлении); 5 – навесные стены

Рисунок 49 – Каркас с перекрестным расположением ригелей

– безригельную (рисунок 50).



1 – колонны каркаса, наружные ряды; 2 – колонны каркаса, внутренние ряды; 4в – настил из большеразмерных плит перекрытия; 5 – навесные стены; 7 – капители

Рисунок 50 – Безригельный каркас

Безригельная схема каркаса имеет ***дополнительные преимущества***, так как высота перекрытия при таком решении – минимальна, а нагрузки, выдерживаемые каркасом – большие. ***Недостатком*** является то, что соединение всех конструкций осуществляется в одном месте, что сложнее в конструктивном отношении, кроме того, узел очень металлоемкий.

Объемно-блочная конструктивная система

Увеличение объемов строительства потребовало применения индустриальных методов производства работ, что, в свою очередь вызвало появление индустриальных строительных конструкций – крупных элементов, изготавливаемых на заводе и монтируемых на строительной площадке. В решении стеновых конструкций это выразилось в переходе от кирпича к стеновым крупным блокам, позже – к панелям. Следующим логическим шагом был переход к строительству зданий из готовых комнат – объемных блоков размером на помещение, все составные части которых (стены, пол, потолок, включая все необходимые проемы и отверстия) изготавливались на заводе, там же компоновались в один конструктивный элемент. Дальнейший процесс строительства должен был заключаться в сборе дома из таких «кубиков» (рисунок 51).

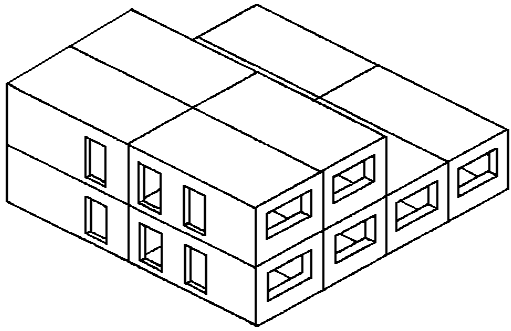


Рисунок 51 – Объемно-блочное здание

Так как при возведении здания из объемных блоков поверхности дублировались (пол-потолок, две стены и т.п.), в целях экономии стали использовать специальные виды объемных блоков: «стакан», «колпак», «труба» (рисунок 52), а также комбинировать объемные блоки с другими конструктивными системами (см. ниже).

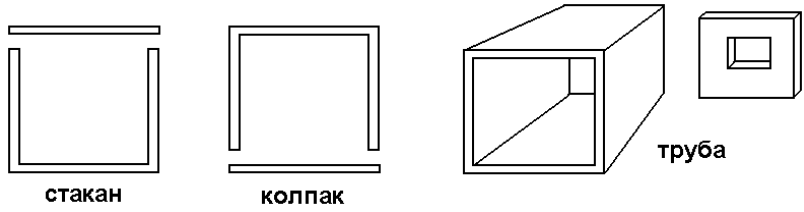


Рисунок 52 – Типы объемных блоков

Размеры объемных блоков достаточно велики (приблизительно 3 х 3 х 6 м^3), что неудобно для транспортировки по городским улицам к месту строительства. Кроме того, для строительства жилого дома потребуется не менее полутора – двух десятков типов блоков для получения удобной планировки и интересного архитектурного решения дома. Поэтому объемно-блочное домостроение не получило на настоящий момент должного развития. Готовые блоки используются в виде вентиляционных блоков и санитарно-технических кабин заводского изготовления.

В некоторых случаях возможно возведение зданий из объемных блоков, в которых размещаются наиболее трудоемкие в отношении инженерного обеспечения помещения (санузлы, кухни) и наиболее сложные, но однотипные планировочные конструктивные узлы – например, лестничные клетки. Иногда осуществляют строительство объемно-блочных зданий, состоящих из большого количества однотипных ячеек – общежитий, гостиниц.

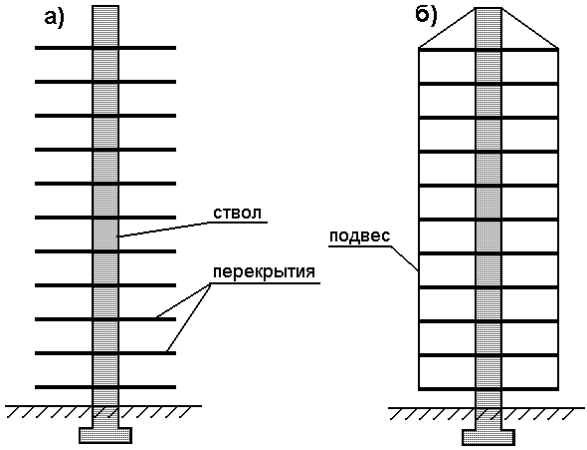
Оболочковая система

Оболочковая система присуща уникальным высотным зданиям жилого, общественного или многофункционального назначения, представляет из себя единую несущую оболочку, на которую опираются диафрагмы перекрытий (рисунок 53).

Рисунок 53 – Схема плана здания с несущей оболочкой

Ствольная система

Ствольную систему применяют в зданиях высотой более 16 этажей. Наиболее целесообразно применение ствольной системы для компактных в плане многоэтажных зданий, особенно в сейсмостойком строительстве, а также в условиях неравномерных деформаций оснований. Различают ствольную консольную и ствольную подвесную схемы в зависимости от крепления перекрытий (рисунок 54).



а – ствольная консольная конструкция; б – ствольная подвесная

Рисунок 54 – Ствольные здания

Комбинированные системы

Наряду с основными конструктивными системами широко применяют **комбинированные**, в которых вертикальные несущие конструкции компонуют из различных элементов – стержневых и плоскостных, стержневых и ствольных и т.п. Наиболее распространены следующие комбинированные системы.

Система с неполным каркасом, основанная на сочетании несущих стен и каркаса, воспринимающих все вертикальные и горизонтальные нагрузки. Систему применяют при проектировании зданий средней и повышенной этажности (рисунок 55).

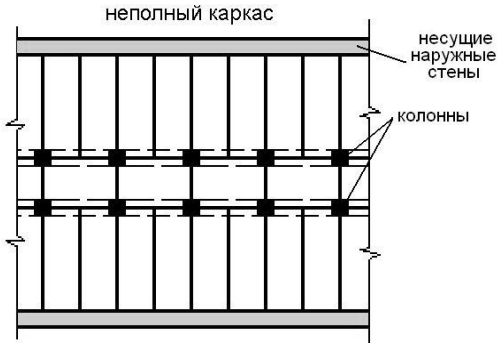


Рисунок 55 – Здание с неполным каркасом

Система каркасно-ствольная основана на разделении статических функций между каркасом, воспринимающим вертикальные нагрузки, и стволом, воспринимающим горизонтальные нагрузки и воздействия. Её применяют при проектировании многоэтажных и высотных зданий (рисунок 56).

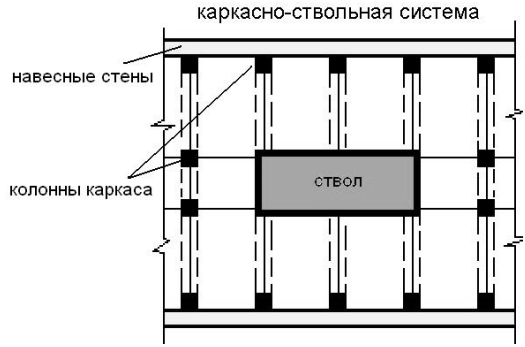


Рисунок 56 – Здание с центральным стволом и каркасом

Каркасно-блочная система основана на сочетании каркаса и объёмных блоков, причём последние могут получать применение в системе в качестве ненесущих или несущих конструкций. Ненесущие объёмные блоки используют для поэтажного заполнения несущей решётки каркаса. Несущие – устанавливают друг на друга в три – пять ярусов на расположенных с шагом три – пять этажей горизонтальных несущих платформах (перекрытиях) каркаса. Система применяется в зданиях выше 12 этажей (рисунок 57).

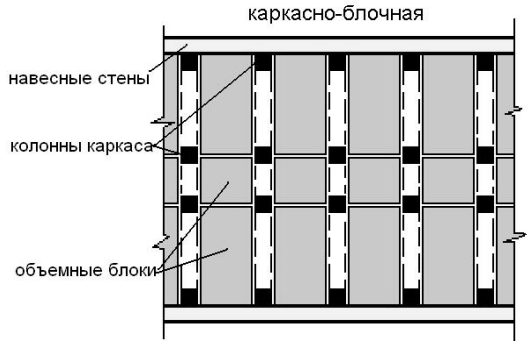


Рисунок 57 – Каркасно-блочное здание

Объемно-блочно-стеновая система основана на сочетании несущих столбов их объёмных блоков и несущих стен, поэтажно связанных друг с другом дисками перекрытий. Применяют в жилых зданиях высотой до 9 этажей в обычных грунтовых условиях (рисунок 58).

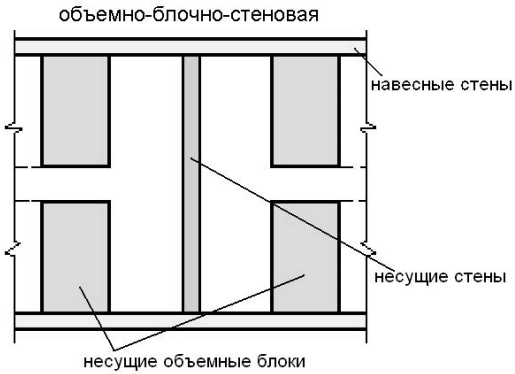


Рисунок 58 – Здание с несущими стенами и объемными блоками

Ствольно-стеновая комбинированная система использует для опирания перекрытий центральный ствол и несущие стены (продольные, поперечные или перекрестно расположенные) (рисунок 59). Центральный ствол представляет собой жесткое ядро, обеспечивающее восприятие всех горизонтальных нагрузок и геометрическую неизменяемость здания.

Оболочково-ствольная система позволяет увеличить размеры зданий за счет комбинирования несущего центрального ствола и несущей оболочки по периметру. Применяется в высотных зданиях с не-

большой площадью в районах с неблагоприятными грунтовыми условиями (рисунок 60).

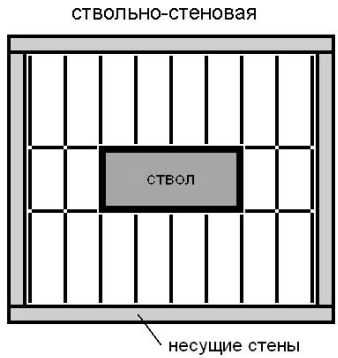


Рисунок 59 – Здание с несущими стенами и центральным стволом

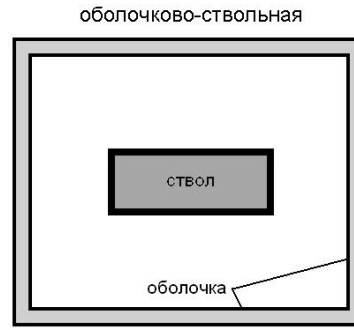


Рисунок 60 – Здание-оболочка со стволом – ядром жесткости

Каркасно-оболочковая система основана на сочетании наружной несущей оболочки здания с внутренним каркасом при работе оболочки на все виды нагрузок и воздействий, а каркаса – преимущественно на вертикальные нагрузки. Применяются при проектировании высотных зданий (рисунок 61).

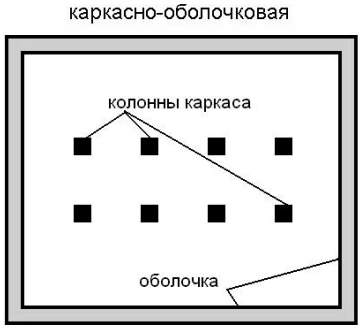


Рисунок 61 – Здание-оболочка с внутренним каркасом

Вопросы для самоконтроля

1. Какие конструктивные системы вы знаете?
2. Что определяет конструктивную систему?
3. Что такое «несущий остов»?
4. Какие разновидности стеновой конструктивной системы вы знаете?
5. Можно ли построить каркасное здание без горизонтальных балок?
6. Какие типы объемных блоков вы знаете?
7. Что явилось препятствием в развитии объемно-блочного домостроения?
8. Чем отличается ствольная консольная конструкция от ствольной подвесной?
9. Приведите примеры комбинированных конструктивных систем.
10. Какие варианты комбинаций со стеновой конструктивной системой Вы знаете?
11. Какое преимущество комбинированные системы с использованием жесткого ствола имеют по отношению к «чистой» ствольной конструктивной системе?
12. Как вы думаете, для чего используют комбинированные конструктивные системы?

7 ЕДИНАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА (ЕМС) В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, УНИФИКАЦИЯ, ТИПИЗАЦИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Выполнение экономических требований по максимальному снижению стоимости строительства возможно только с применением индустриализации. ***Индустриализацией*** называют такую организацию строительного производства, которая превращает его в механизированный и автоматизированный процесс сборки и монтажа здания из крупных элементов высокой заводской готовности.

Выгоднее, когда на заводах выпускают большое количество одинаковых конструкций, пригодных для строительства различных зданий и сооружений. Это возможно только на основе ***унификации*** – приведение размеров частей зданий и размеров и форм конструктивных элементов к единообразию.

Ограничение количества размеров осуществляется на основе ***единой модульной системы*** **(ЕМС)** в строительстве – совокупности правил координации размеров зданий и конструктивных элементов на основе кратности этих размеров установленной единице – ***модулю***. В качестве основного модуля **М** принята величина, равная 100 мм.

Наряду с основным модулем применяют укрупненные и дробные модульные единицы. ***Укрупненные*** модули применяются при назначении объемно-планировочных параметров элементов зданий (длины, ширины, высоты) и размеров крупных конструкций и изделий. **2М** (200), **3М** (300), **6М** (600), **12М** (1200), **15М** (1500), **30М** (3000), **60М** (6000 мм). ***Дробные*** модули используются при назначении относительно малых размеров конструкций и их элементов – **1/2М** (50), **1/5М** (20), **1/10М** (10), **1/20М** (5), **1/50М** (2), **1/100М** (1 мм).

При разработке проектов относительно малых зданий используются меньшие размеры укрупненных модулей. При проектировании зданий значительных размеров для уменьшения многообразия размеров используется *растущая* ***градация*** – разность между смежными величинами ряда модулированных размеров. С увеличением размеров здания увеличиваются модульные разности между параметрами здания. Например, для зданий с высотой этажа до 3,6 м шаг

высот принимается равным **3М** = 300 мм: 3,0; 3,3; 3,6 м. Для высот от 3,6 до 6,0 м – градация равна **6М** = 600 мм: 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0. При высоте более 7,2 м – градация равна **12М** = 1200 мм: 6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,0 м.

Даже с использованием укрупненных модулей и растущей градации количество размеров конструктивных элементов может быть очень большим. Для ограничения их количества используется ***типизация*** – сведение количества типоразмеров конструкций к обоснованному небольшому количеству, из которых могут «собираться» достаточно разнообразные здания. Потребность в огромном количестве зданий одинакового назначения (жилые дома, детские сады, школы и т.д.) привела к появлению не только типовых конструкций, но и ***типовых проектов***. Типовыми становились проекты, обладающие высокими качествами объемно-планировочного, конструктивного решения, которые при эксплуатации оказались лучшими с технической и экономической стороны. Применение типовых проектов позволило осуществить индустриализацию строительного производства, значительно сократить сроки строительства, снизить стоимость зданий и сооружений. Еще одним положительным качеством типизации стало создание универсальных проектов (в особенности для промышленного строительства) зданий, имеющих одинаковые объемно-планировочные параметры и используемых для различных назначений.

В строительстве, так же как и в других отраслях промышленности, используется ***стандартизация*** – установление единых общеобязательных норм и требований к конструкциям, проектам и технологии строительства. Существуют требования ГОСТ на основные конструктивные элементы: колонны, ригели, панели и т.д. На основании ГОСТ формируются каталоги строительных изделий.

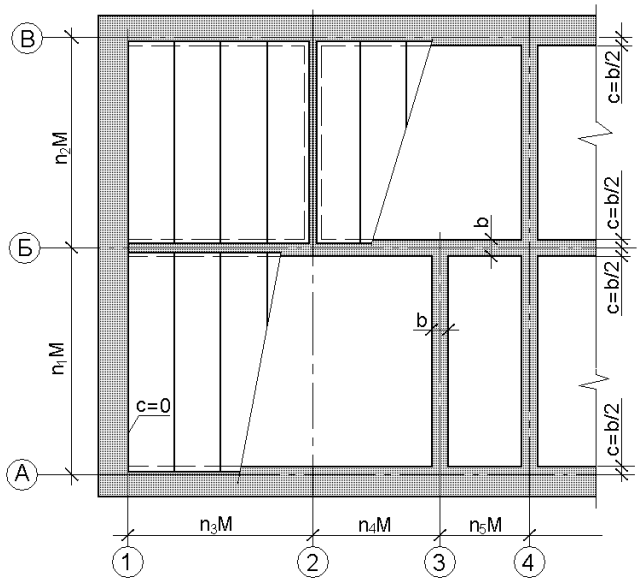
Привязки конструктивных элементов

Координация размеров здания и конструкций осуществляется с помощью модульной сетки – модульных осей. ***Разбивочные модульные оси*** – система линий, проведенных во взаимно перпендикуляр-

ных направлениях, определяющих местоположение всех основных несущих конструкций. Положение конструкции относительно оси определяется привязкой. ***Привязка*** – расстояние от разбивочной модульной оси до грани или геометрической оси конструкции. Оси обозначаются цифрами и буквами – маркируются. Обычно в продольном направлении здания ставятся цифры (арабские, от 1 и далее), в поперечном – буквы русского алфавита (за исключением букв Ё, З, Й, О, Ь, Ъ, Ы). Маркировка на чертеже плана начинается с нижнего левого угла здания. В начале строительства эти оси выносятся на местность. Этот процесс называется ***разбивкой*** здания.

Привязки подчиняются определенным правилам, позволяющим унифицировать решение конструктивных узлов, обеспечить взаимозаменяемость элементов.

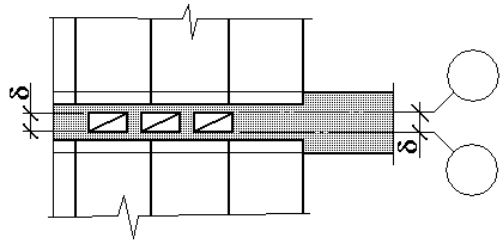
Привязки в стеновой конструктивной системе



b – толщина внутренней стены, c – размер привязки,
M – модуль, M = 100 мм, n – коэффициент (натуральное число)

Рисунок 62 – Привязки в стеновой конструктивной системе

В зданиях с несущими стенами во *внутренних капитальных стенах* разбивочная модульная ось совпадает с геометрической осью стены. Привязка *наружных несущих стен* определяется расстоянием от внутренней грани стены до разбивочной модульной оси, которое принимается равным половине толщины внутренней стены, с округлением до М или 1/2М. В *самонесущих стенах* (на которые не осуществляется опирания перекрытий) внутренняя грань совмещается с разбивочной осью, таким образом, привязка ее равна нулю (рисунок 62). Во внутренних стенах, имеющих вентиляционные или дымовые каналы, возможны двойные оси, расстояние между которыми принимается равным ширине каналов (рисунок 63).



δ – размер разделяющих элементов (каналов)

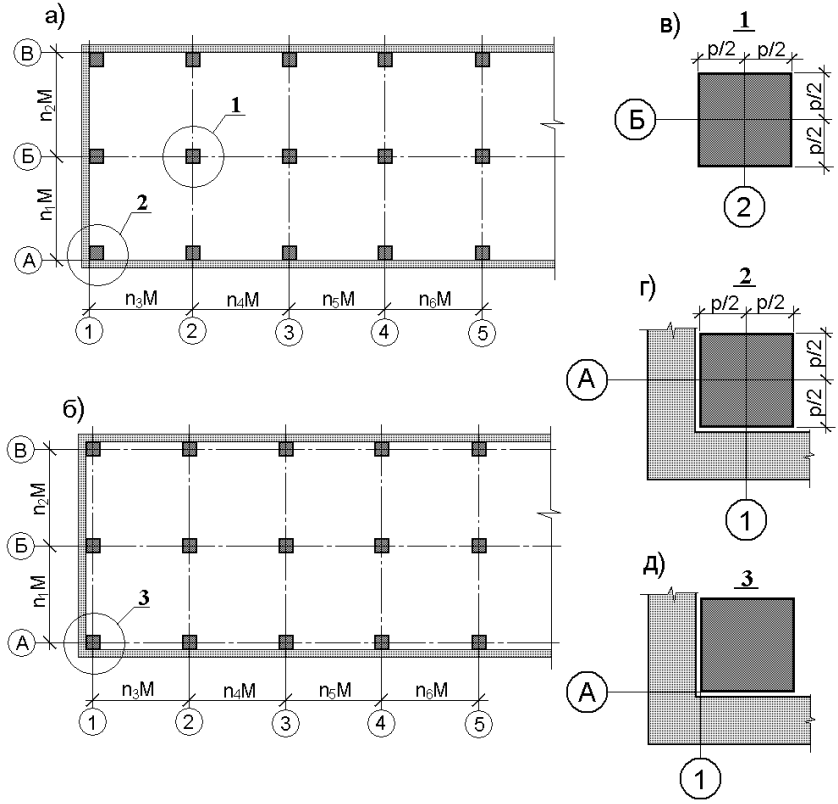
Рисунок 63 – Двойные оси во внутренних стенах

Привязки в каркасной системе

В каркасных зданиях внутренние колонны имеют осевые привязки в обоих направлениях. Для колонн крайних рядов возможны два варианта привязок к наружным осям: осевые и нулевые (рисунок 64).

Размеры в ЕМС

При разработке проекта здания используются размеры, обусловленные параметрами помещений с учетом модульных требований. Определив объемно-планировочные показатели, проектировщик разрабатывает конструктивное решение здания. Конструкции имеют размеры, отличающиеся от модульных, так как необходимо решать вопросы крепления одной конструкции к другой, предусматривать стыковочные швы и т.п.



а – нулевые привязки крайних рядов колонн, б – осевые привязки крайних рядов колонн, в, г – осевая привязка, д – нулевая привязка

Рисунок 64 – Привязки в каркасных зданиях

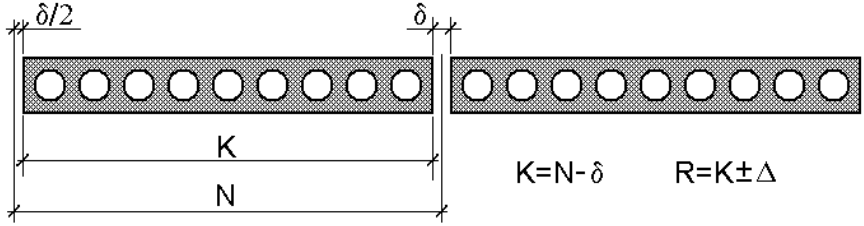
При изготовлении конструкций на заводе, используются формы, шаблоны в соответствии с проектными размерами. Однако, даже при самых высоких технологиях, возможны неточности в изготовлении деталей. В строительстве есть допуски, позволяющие отклонение размеров конструкций от проектного в соответствии с требованиями ГОСТ.

Поэтому при проектировании и в строительстве применяют три типа размеров (рисунок 65):

– ***номинальный*** – расстояние между разбивочными модульными осями, либо между условными плоскостями конструктивного элемента – всегда кратен **М** или его производным;

– ***конструктивный*** – проектный размер изделия, отличающийся от номинального на величину зазора (шва) δ;

– ***натурный (реальный)*** – фактический размер конструкции с учетом допуска Δ точности изготовления конструкции.



N – номинальный размер; K – конструктивный размер; R – натурный размер; δ - величина зазора (шва); Δ - величина допуска

Рисунок 65 – Размеры в ЕМС

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего нужна единая модульная система в строительстве?
2. Чему равен основной модуль?
3. Какие варианты модулей вы знаете?
4. Для чего используются укрупненные модули, дробные модули?
5. Чему равны привязки в наружных несущих стенах?
6. Чем отличается привязка в наружной несущей стене от привязки во внутренней несущей стене, от привязки в наружной самонесущей или навесной стене?
7. Отличаются ли привязки в каркасном здании от здания со стеновой несущей системой?
8. Какие типы размеров в соответствии с ЕМС вы знаете? Чем они отличаются?

8 КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ

Основные типы несущих конструкций это: стоечно-балочные, перекрестно-стержневые (структуры), стеновые, арочно-сводчатые, оболочки одинарной и двойной кривизны, складки, висячие, пневматические.

По характеру работы несущие конструкции делятся на плоскостные и пространственные. ***Плоскостные*** конструкции работают под нагрузкой автономно, в одном направлении и не участвуют в работе конструкций, к которым они примыкают. ***Пространственные*** состоят из элементов, которые (все или большинство) работают в двух направлениях и участвуют в работе сопрягаемых с ними конструкций. Благодаря этому пространственные конструкции имеют большую, по сравнению с плоскостными, жесткость и несущую способность, они могут быть тоньше и перекрывать большие пролеты, а также использоваться в уникальных зданиях сложной формы.

Стоечно-балочные конструкции

Наиболее простые и распространенные среди плоскостных конструкций – стоечно-балочные. Состоят из вертикальных элементов – ***стоек*** (колонн, столбов) – прямолинейных стержней, воспринимающих все нагрузки, передаваемые на них горизонтальными элементами – ***ригелями*** (брусьями, балками, прогонами).

Между собой стойки и ригели могут сопрягаться *шарнирно* (такое соединение позволяет осуществлять поворот одного элемента относительно другого), либо *жестко* (без поворота конструкций друг относительно друга). При шарнирном опирании ригель передает на стойку только вертикальные усилия. При жестком – обеспечивается совместность перемещений и деформаций вертикальных и горизонтальных конструкций. Такой вариант стоечно-балочной системы называется ***рамой***, а соединение – ***рамным узлом***.

На рисунке 66 показана схема работы стоечно-балочных конструкций при шарнирном и рамном соединении ригеля со стойкой.

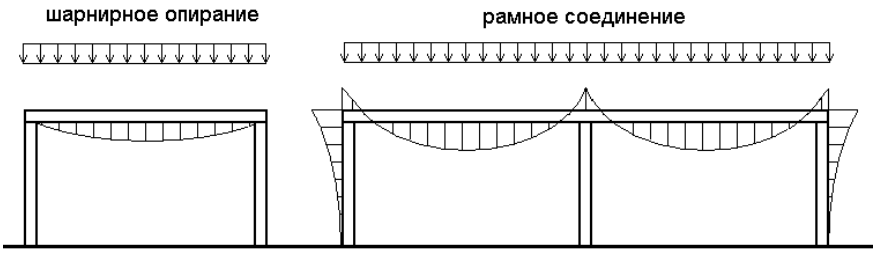


Рисунок 66 – Стоечно-балочные системы
с шарнирным и жестким соединением ригеля с колонной

И стойки, и ригели могут представлять собой как сплошные элементы постоянного или переменного сечения, так и сквозные конструкции. Примеры конструкций стоек и ригелей показаны на рисунках 67 и 68.

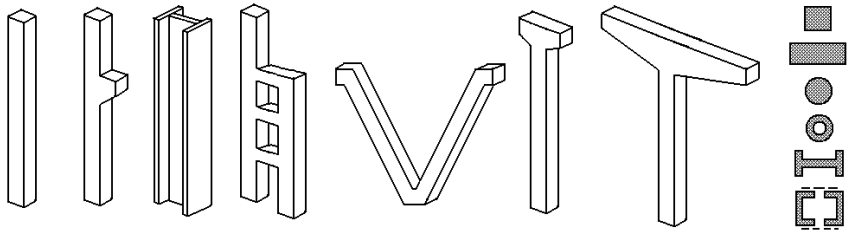


Рисунок 67 – Виды стоек

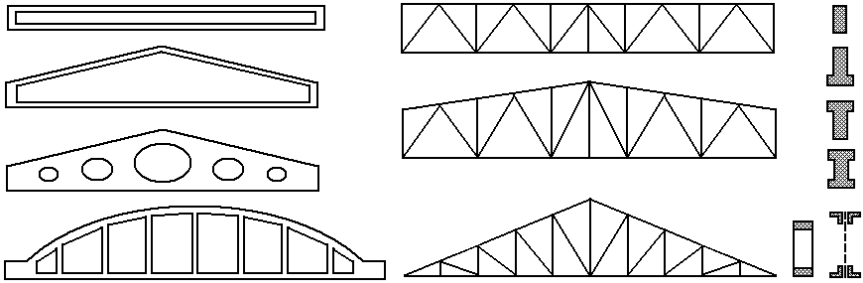


Рисунок 68 – Виды ригелей

Стержневые структуры

Стержневые структуры используются для большепролетных покрытий как плоскостных, так и пространственных – рисунки 69, 70. Изготавливаются такие структуры исключительно из металлических элементов: труб, соединяемых с помощью коннекторов или из прокатных элементов (уголков, швеллеров), соединяемых на фасонках с помощью болтов или на сварке.

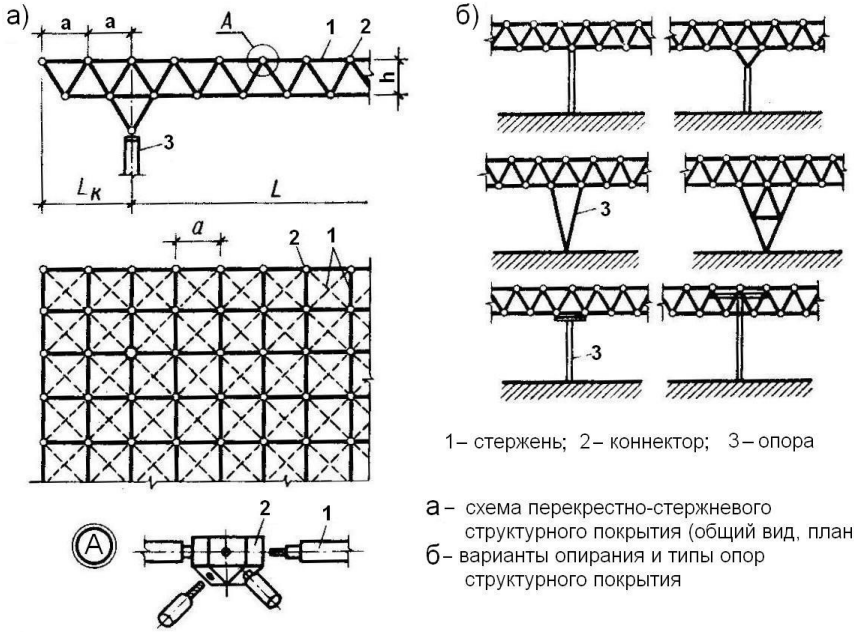


Рисунок 69 – Стержневые структуры

Стержневые структуры могут воспринимать значительные усилия, при этом каждый стержень испытывает только сжимающие или растягивающие усилия, а их соединение является шарнирным.

Пространственные стержневые структуры позволяют создавать выразительные архитектурные образы зданий, перекрывать значительные пролеты без дополнительных внутренних опор, оставаясь ажурными и легкими.

Рисунок 70 – Структурное покрытие общественного здания в Сингапуре

Арочно-сводчатые конструкции

Арочная конструкция представляет собой брус криволинейного (циркульного, параболического и т.д.) очертания (рисунок 71).

Криволинейная форма обуславливает то, что все элементы арки работают только на сжимающие усилия (рисунок 72). Это позволяет перекрывать значительно большие пролеты, чем с помощью балок и ферм (до 60 м). Но, в то же время, на опоре, помимо вертикальной реакции, возникает распор. Это требует либо усиления опоры – **пяты**, либо применение дополнительного элемента – **затяжки** для восприятия распора.

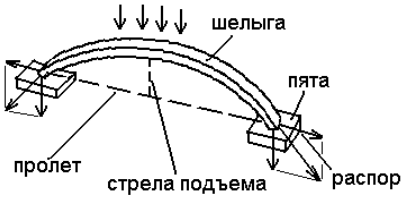


Рисунок 71 – Арка

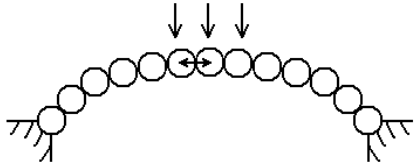


Рисунок 72 – Сжимающие усилия в элементах арки

С увеличением пролетов конструкции арок выполняются с шарнирами – для удобства деления арок на фрагменты. При этом отдельные элементы арочных конструкций могут выполняться решетчатыми (из арочных ферм, например). Виды арочных конструкций показаны на рисунке 73.

Отдельные арки служат опорами для плит покрытия. Для обеспечения продольной устойчивости сооружения между арками устанавливают связи (рисунок 74).

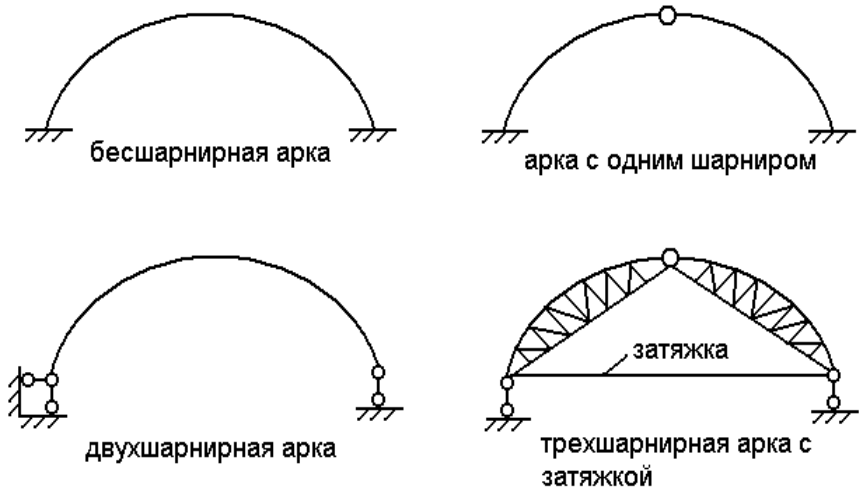


Рисунок 73 – Виды арочных конструкций

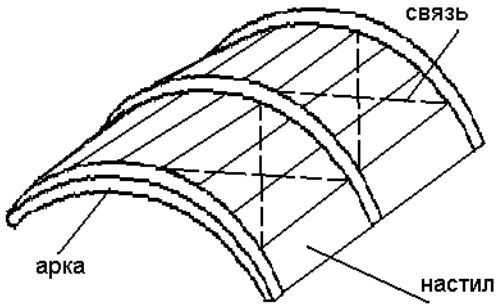


Рисунок 74 – Покрытие по аркам

При увеличении толщины арки в направлении, перпендикулярном ее пролету, образуется конструкция, называемая **цилиндрическим сводом**. Арочная кривая в ней служит направляющей, а горизонтальная прямая – образующей. Цилиндрический свод – поверхность *одинарной кривизны* (рисунок 75).

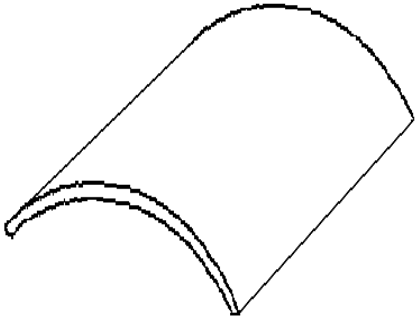


Рисунок 75 – Цилиндрический свод (оболочка)

Цилиндрические своды могут использоваться для покрытия здания по однопролетной схеме, а также для перекрытий многопролетных зданий. Опирание их осуществляется чаще всего по длинным сторонам на стены, либо в углах – на колонны или опоры другого типа (рисунок 76).

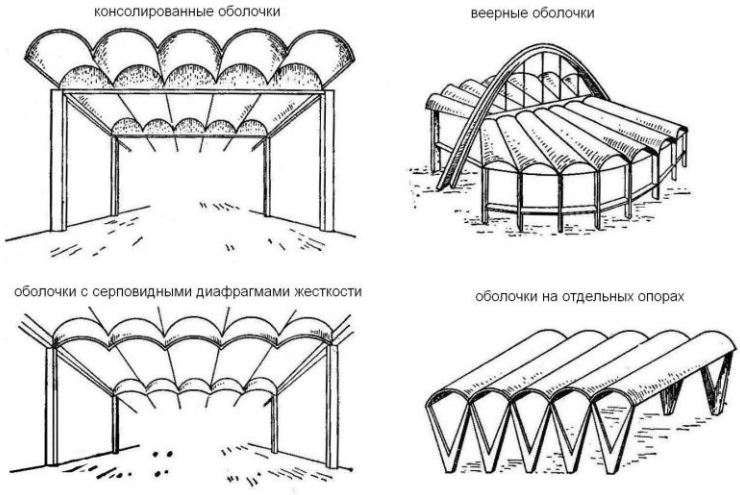


Рисунок 76 – Виды цилиндрических оболочек

Могут использоваться опоры, расположенные на некотором расстоянии от края свода, тогда часть оболочки работает как консоль. В некоторых случаях могут использоваться поперечные опоры, имеющие очертания, соответствующие сечениям цилиндрических сводов – с серповидными диафрагмами жесткости.

Для зданий сложной формы могут использоваться оболочки типа цилиндрических сводов, но с разным радиусом арок по концам – веерные оболочки цилиндрического типа. На приведенном на рисунке 76 примере наружная их часть опирается на колонны, а внутренняя – на балку, подвешенную к несущей арке с помощью металлических тяжей.

Конструкции двоякой кривизны

Пространственные конструкции двоякой кривизны могут быть с использованием положительной и отрицательной кривизны. К ним относятся разнообразные своды и купола. Образуются они либо как пересечения двух и более цилиндрических оболочек, путем движения образующей арочной кривой по направляющей кривой арочного или иного очертания, путем вращения образующей относительно центральной оси и т.п.

Своды

Своды формируются при движении образующей арочной кривой по выгнутой либо вогнутой арочной направляющей – бочарный свод (рисунок 77), лотковый свод (рисунок 78), либо в результате пересечения под прямым углом двух цилиндрических оболочек с отсечением разных частей последних – крестовый свод (рисунок 79), сомкнутый свод (рисунок 80).

Зеркальный свод (рисунок 81) образуется усечением верхней части сомкнутого свода и образованием «зеркала» в верхней части конструкции. Парусный свод (рисунки 82, 83) практически является фрагментом сферической оболочки.

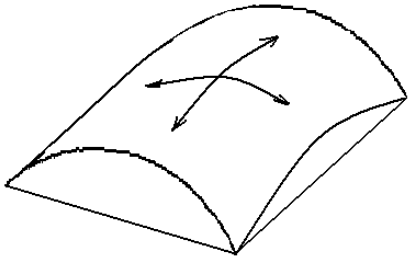


Рисунок 77 – Бочарный свод двоякой положительной кривизны

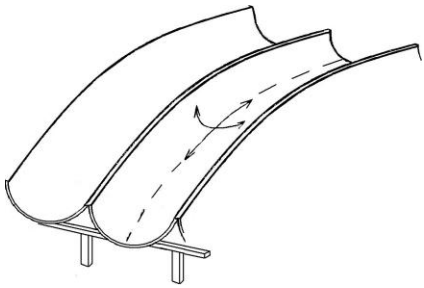


Рисунок 78 – Лотковый свод

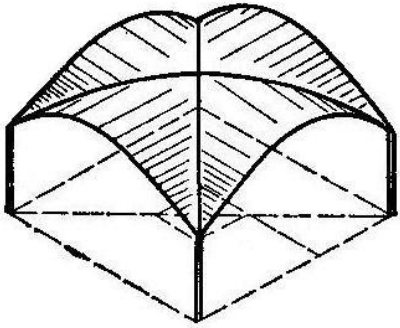


Рисунок 79 – Крестовый свод

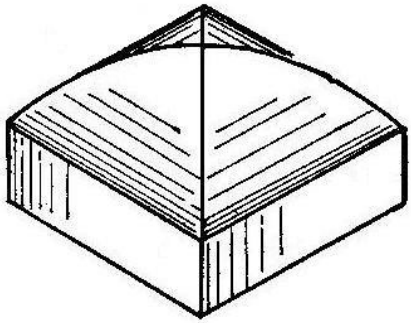


Рисунок 80 – Сомкнутый свод

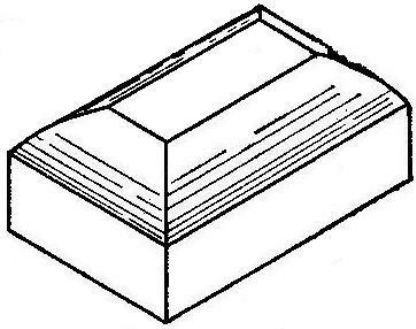


Рисунок 81 – Зеркальный свод

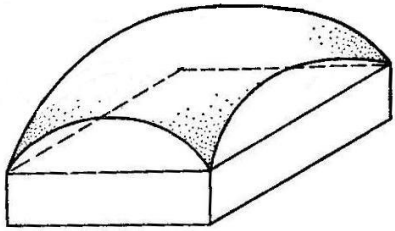
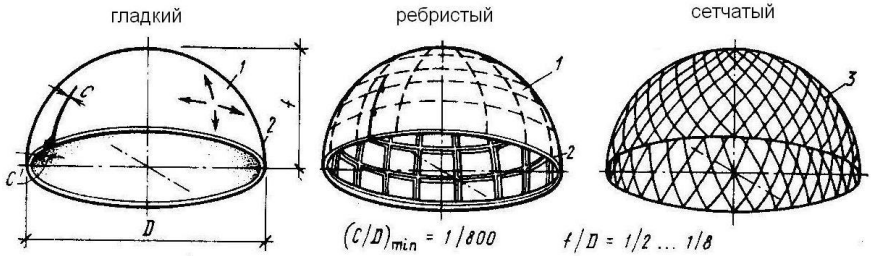


Рисунок 82 – Парусный свод

Рисунок 83 – Парусный свод Планетария в «Городе искусства и науки». Валенсия – Италия

Купола

Купола представляют собой пространственные конструкции, имеющие центральную ось симметрии. В большинстве своем купола представляют собой часть сферической поверхности, опертой на вертикальные или наклонные опоры (рисунки 84 – 87).



1 – оболочка; 2 – опорное кольцо; 3 - стержень
Рисунок 84 – Купола – гладкий, ребристый, сетчатый

1 – оболочка; 2 – опорное кольцо; 3 – стойки; 4 – связи; 5 – косые опоры
Рисунок 85 – Купола на вертикальных и наклонных опорах

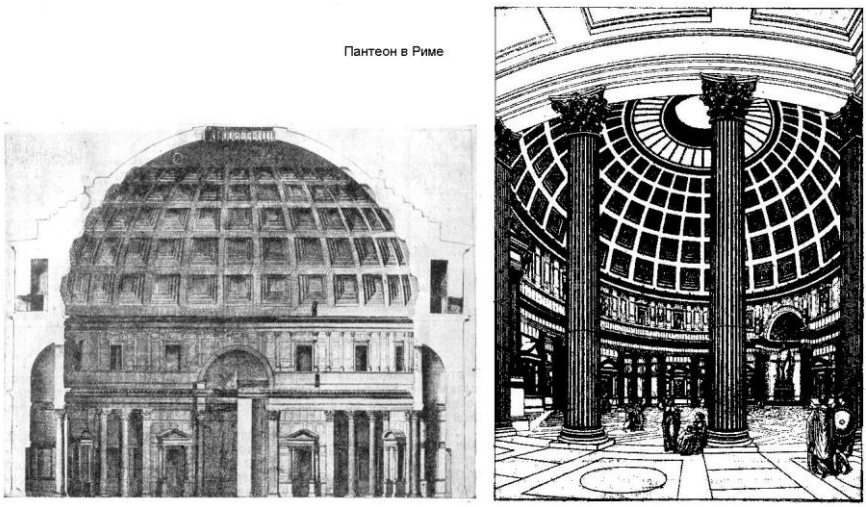


Рисунок 86 – Пантеон в Риме,
крупнейший в мире ребристый купол из кирпича

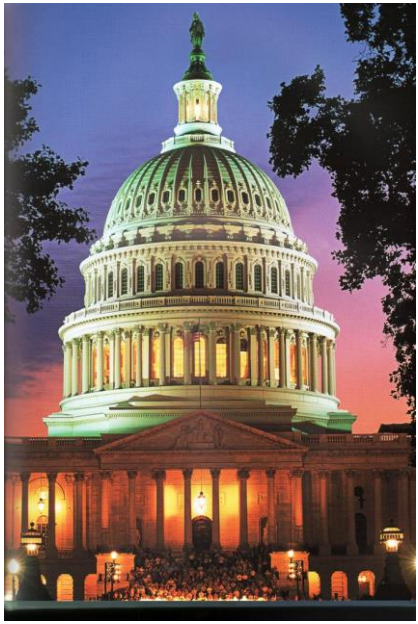


Рисунок 87 – Купол Капитолия
на вертикальных опорах
(Вашингтон, США)

К купольным покрытиям также относят конструкции, образованные пересечением сводов и оболочек (рисунок 88), а также многоволновые купола, в которых поверхность складывается из множества элементов цилиндрического очертания, опирающихся на нижнее кольцо и собранных в верхней части (рисунок 89).

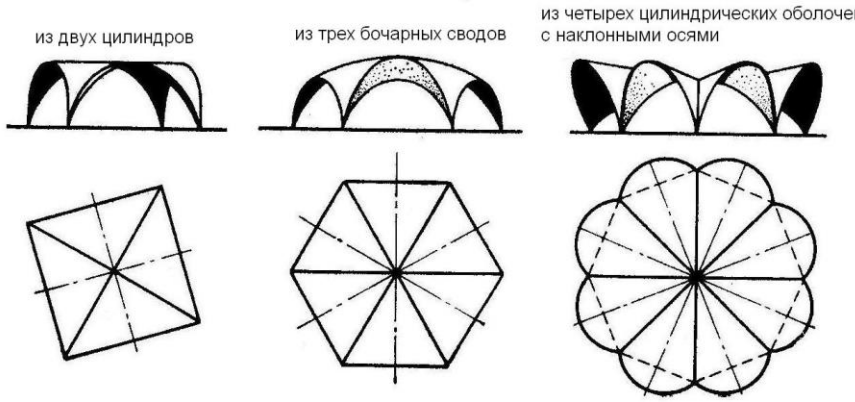


Рисунок 88 – Купола, полученные пересечением сводов и оболочек

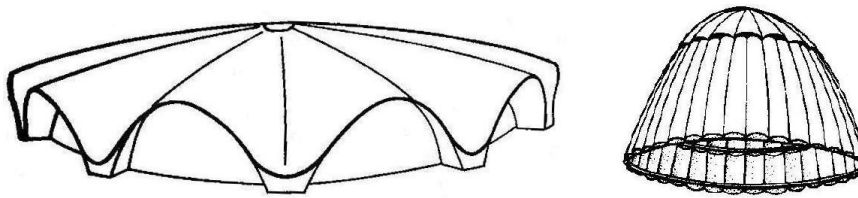
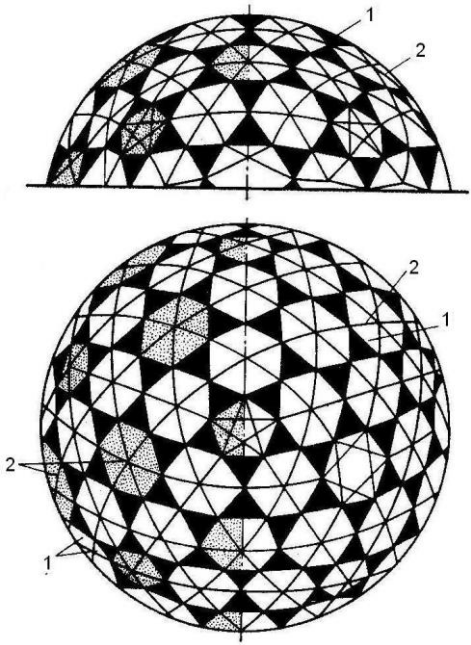


Рисунок 89 – Волнистые купола

Особо следует сказать о так называемых «звездных» или кристаллических куполах. Их основу составляют стержни или затяжки, выполняемые из металлических элементов, образующие систему треугольников, расположенных по сферической поверхности. Промежутки между стержнями могут быть заполнены треугольными панелями, либо не заполняться ничем. На рисунке 90 показан общий



вид и план купола по системе профессора М.С. Туполева, разработавшего эту конструкцию практически одновременно с американским конструктором Фулером в 40-х годах XX в.

Пример купола Фуллера (Монреаль, Канада) показан на рисунке 91.

1 – типовые треугольные плиты;
2 – стержни или затяжки

Рисунок 90 – Звездный купол (по системе М.С. Туполева) – общий вид и план

Рисунок 91– Звездный купол (по системе Фуллера) в Монреале, Канада

Гипары

В основе оболочки типа гипар лежит поверхность гиперболического параболоида (рисунок 92). Это поверхность двоякой кривизны, в одном направлении – положительной, в перпендикулярном – отрицательной. Интересным моментом является то, что такая криволинейная поверхность может быть образована прямолинейными элементами. Покрытия такого типа могут использоваться как в виде одного гипара, так и в виде сочетаний двух, четырех и более гипар (рисунки 93 – 95).

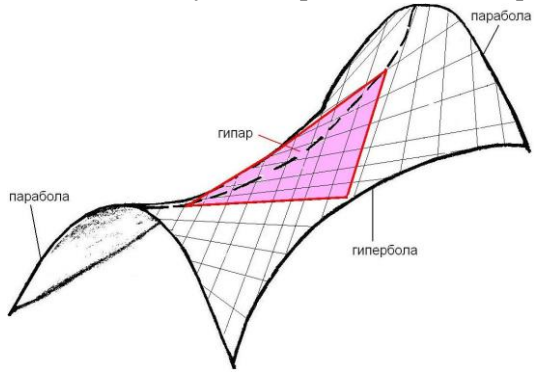


Рисунок 92 – Гиперболический параболоид – основа для гипара (двоякая (+ -) кривизна

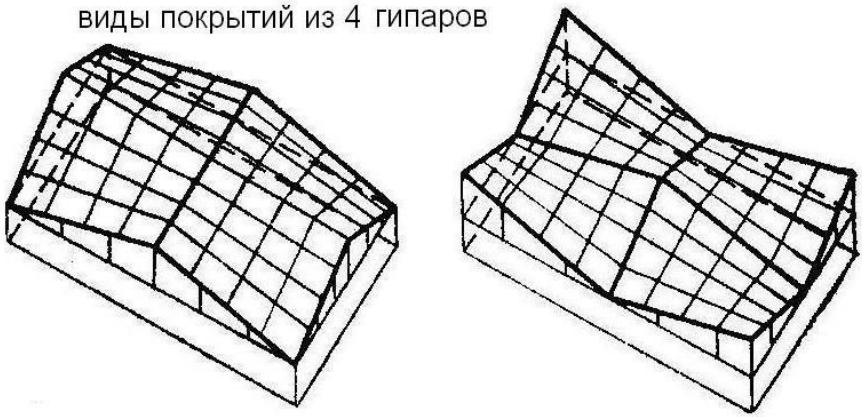
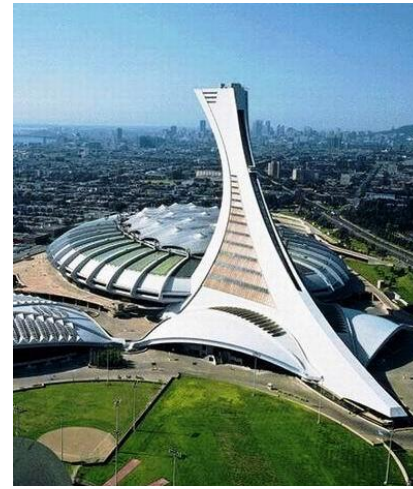


Рисунок 93 – Покрытия из гипаров

Рисунок 94 – Олимпийский стадион в Монреале, Канада (два гипара)



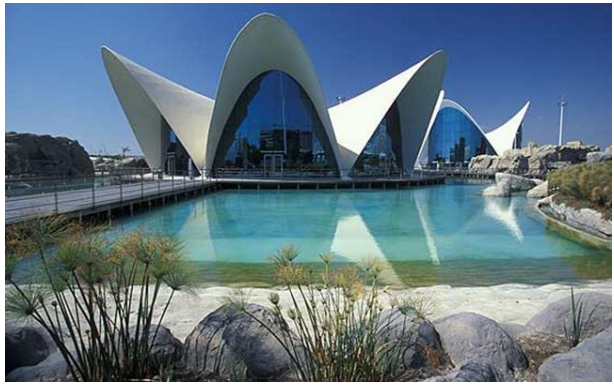


Рисунок 95 – Покрытие из шести пересекающихся гипар (Мексика)

Складки

Складки – пространственные конструкции, образованные сочетанием отдельных плоскостей (складок) и диафрагм жесткости. Самым простым вариантом складок являются призматические складки различного очертания (рисунок 96), которые обычно выполняются длинномерными, f : L = 1 : 10, 1: 50. Опираются такие складки по двум сторонам, работают в продольном направлении как балка, в поперечном – как рама, с использованием диафрагм жесткости.

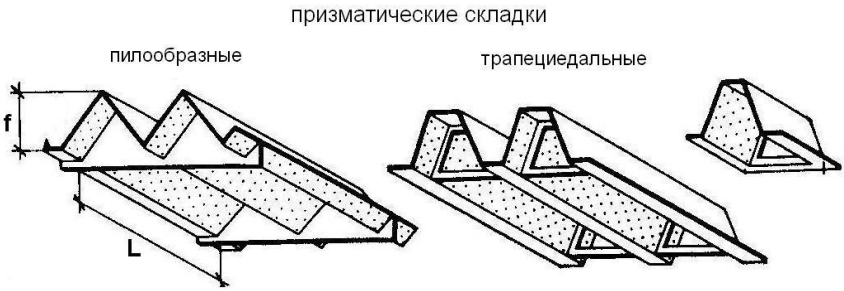


Рисунок 96 – Призматические складки

Складки выполняются монолитными и сборными (рисунок 97), гладкими и ребристыми, могут использовать как плоские элементы, так и в комбинации с оболочками (рисунки 98, 99).

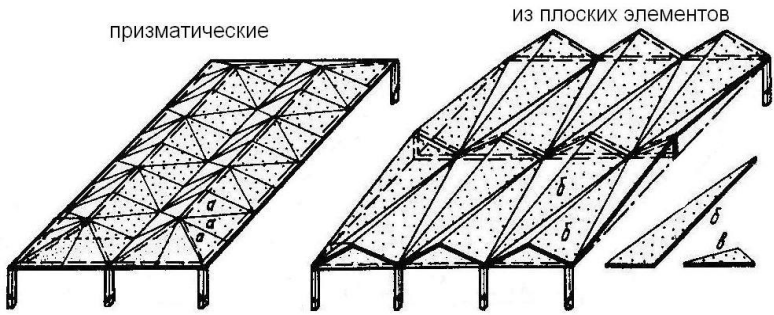


Рисунок 97 – Сборные складчатые конструкции

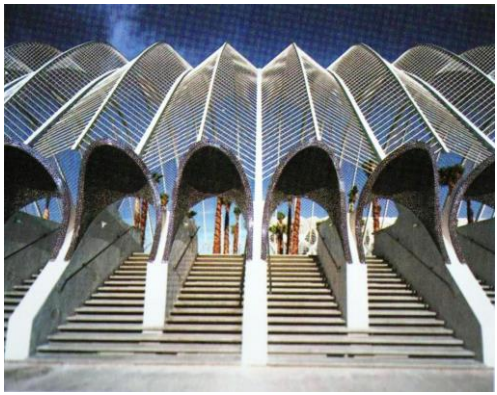


Рисунок 98 – Складки-оболочки. Фрагмент фасада Музея науки в «Городе искусства и науки», Италия. Арх. Калатрава

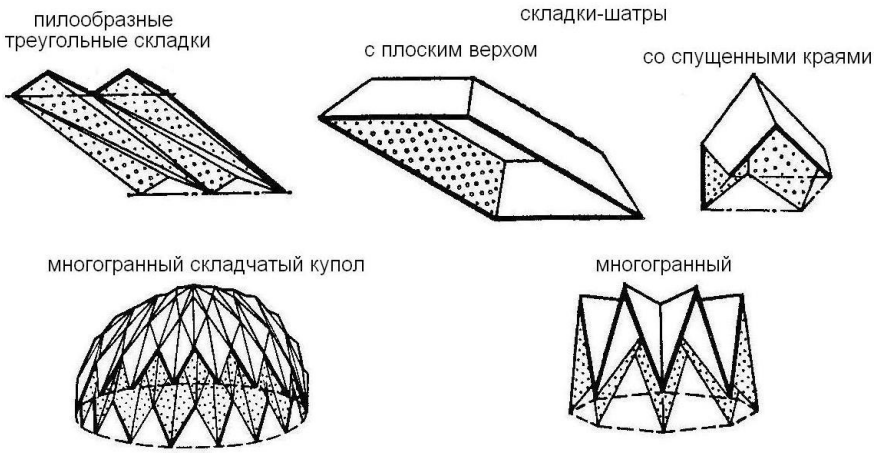
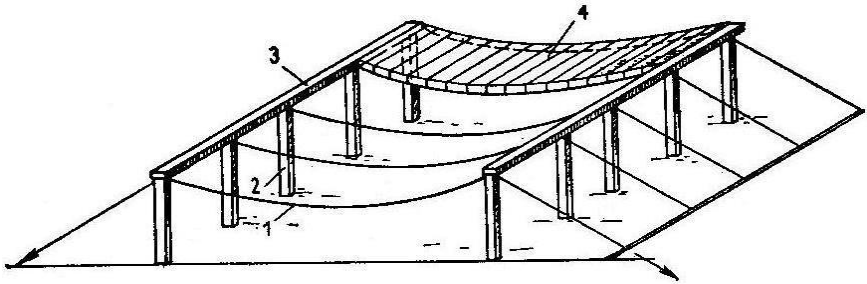


Рисунок 99 – Виды складчатых покрытий
(пилообразные, шатры, купол)

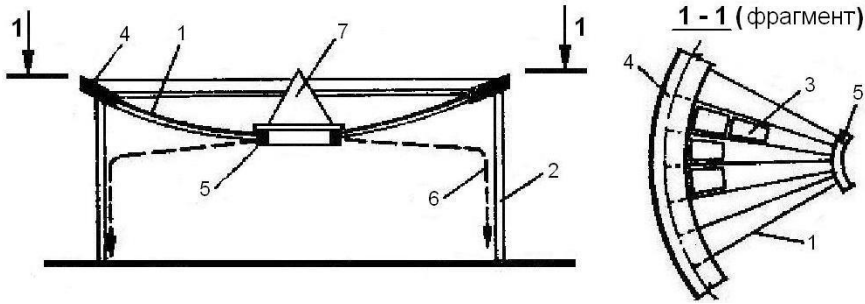
Вантовые конструкции

Висячие конструкции – плоскостные и пространственные – выполняются с опиранием элементов настила на ***ванты*** – натянутые металлические тросы, работающие исключительно на растяжение. Такое конструктивное решение наиболее рационально. Примеры вантовых конструкций показаны на рисунках 100 – 103.



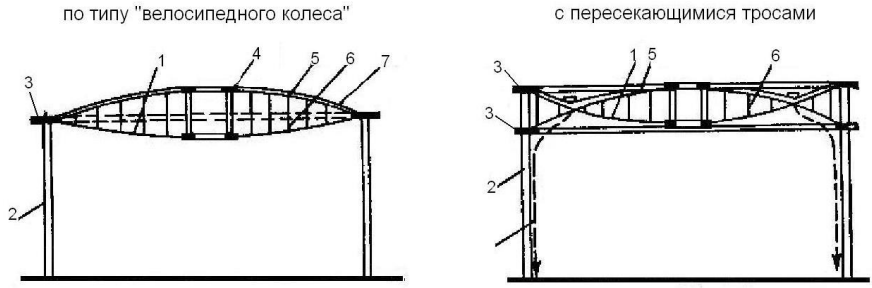
1 – рабочий трос; 2 – опорный пилон (столб); 3 – опорная балка;
4 – железобетонные плиты настила
Рисунок 100 – Плоскостная вантовая система

В зданиях круглой формы нагрузки от вантовых конструкций передаются на опорные кольца – внутреннее и наружное. При этом радиальные вантовые системы могут быть как однопоясными (в этом случае покрытие будет иметь вогнутую форму и оно не может использоваться в районах с устойчивым снежным покровом), так и двухпоясными (в этом случае внутреннее опорное кольцо имеет два опорных контура, форма покрытия – либо выпуклая, либо плоская).



1 – рабочий трос; 2 – опорная стойка; 3 – железобетонный настил; 4 – наружный опорный кольцевой контур; 5 – внутреннее опорное кольцо; 6 – внутренний водоотвод с покрытия; 7 – световой фонарь

Рисунок 101 – Радиальная вантовая система однопоясная



1 – рабочий трос; 2 – опорный пилон (стойка); 3 – наружное опорное кольцо; 4 – внутреннее опорное кольцо; 5 – стабилизирующий трос; 6 – распорка; 7 – легкое покрытие; 8 – внутренний водоотвод

Рисунок 102 – Радиальная вантовая система двухпоясная

Рисунок 103 – Вантовые покрытия комплекса Йойоги (бассейн и спортивные залы), Япония

Тентовые покрытия

Тентовые покрытия обычно применяются для временных (летних) сооружений. Состоят из мягких водонепроницаемых материалов, которые натягиваются, закрепляясь одним концом за возвышающиеся опоры, другим – за анкеры в грунте или за оттяжки, закрепленные на основании. Тентовые покрытия могут иметь разнообразные формы (рисунки 104, 105).

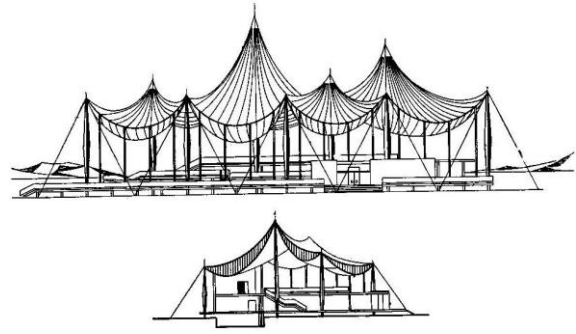


Рисунок 104 – Ресторан на 500 мест (МИСИ, дипломный проект)

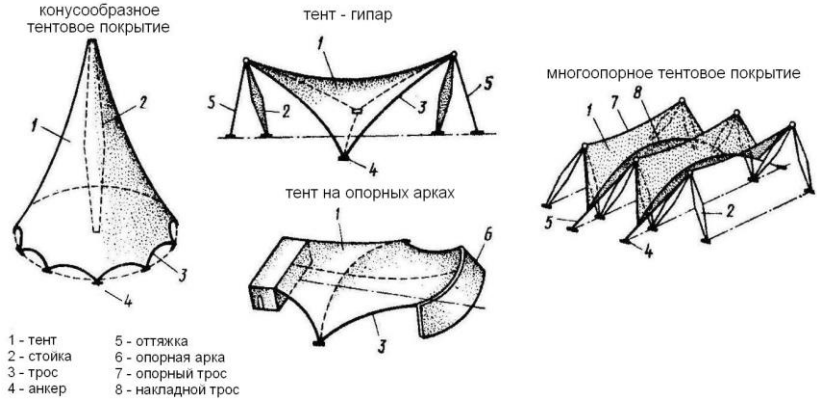


Рисунок 105 – Виды тентовых покрытий

Пневматические конструкции

Пневматические конструкции изобретены в XX в., применяются в строительстве с 1940-х годов. Материал – воздухонепроницаемые прорезиненные ткани. Используются в двух вариантах – воздухоопорные и пневмокаркасные – воздухонесомые (рисунок 106).

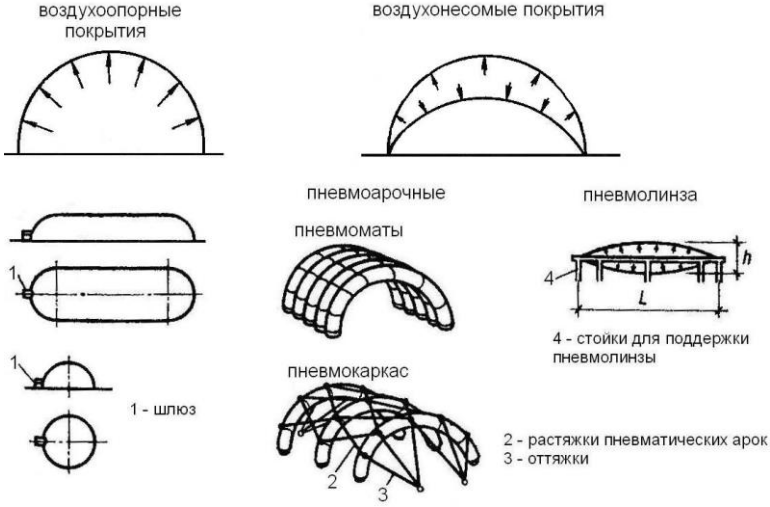


Рисунок 106 – Пневматические конструкции

Пневматические конструкции применяются в качестве временных сооружений, летних построек, а также широко используются для выполнения сооружений в труднодоступных местах. На рисунках 107 и 108 показаны необычные пневматические конструкции.

Рисунок 107 – Пневматические купола в экспериментальном поселке в Великобритании

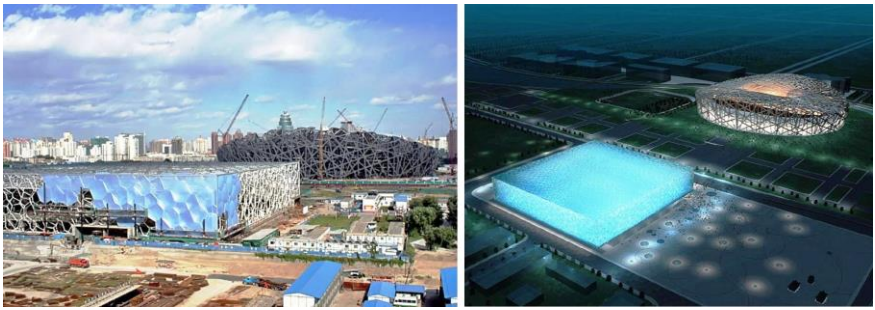


Рисунок 108 – Олимпийский бассейн «Водный куб», Пекин, Китай (размеры 170х170х30 м)

Вопросы для самоконтроля

1. Как воспринимают нагрузки, действующие на здание, плоскостные конструкции?
2. Как воспринимают нагрузки, действующие на здание, пространственные конструкции?
3. Приведите схемы работы стоечно-балочной конструкции с шарнирным и рамным сопряжением?
4. Какие преимущества имеют арочные конструкции?
5. Приведите примеры конструкций покрытия одинарной и двоякой кривизны.
6. В чем отличие сводов и куполов?
7. Что такое гипар?
8. Какие виды складчатых конструкций вы знаете?
9. Каковы принцип работы и устройство стержневых систем?
10. Что такое ванты?
11. Какие виды вантовых покрытий вы можете назвать?
12. Что такое тентовое покрытие?
13. Какие виды тентовых сооружений вы можете назвать?
14. Для чего применяются пневматические конструкции?
15. В чем отличие воздухоопорных от воздухонесомых пневматических конструкций?

9 АРХИТЕКТУРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Основные понятия

В архитектуре ***композиция*** (от латинского – составление, сочетание) характеризуется гармоническим соотношением частей и целого, рациональной взаимосвязанностью объемов здания, пространственным единством элементов, единством технической и функциональной целесообразности. Композиция включает в себя все видимые части здания – объемы, элементы, которые должны быть соразмерными, сочетаться между собой, образовывать в результате неразрывное целое.

Основными компонентами архитектурной композиции служат ***внешний объем*** и ***внутреннее пространство***. Их сочетание образует ***объемно-пространственную структуру*** здания.

Единство внешнего объема и внутреннего пространства соблюдается, если размеры и формы фасадов и интерьеров соответствуют друг другу: мелкочлененные фасады жилых домов, учебных корпусов и т.п. являются отражением их внутренней мелкоячеистой планировки (рисунки 109, 110); крупные спортивные здания, например, содержат большие по объему помещения спортивных залов (рисунки 111, 112).

Рисунок 109 – Фасад жилого дома

Рисунок 110 – Учебный корпус

Рисунок 111 – Общий вид стадиона Лужники, г. Москва

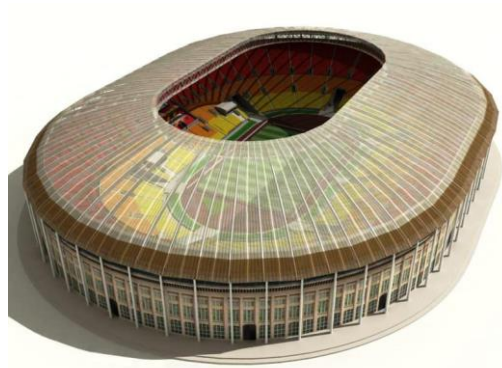


Рисунок 112 – Стадион Лужники, схема плана, интерьер

Иногда здания, наоборот, отличаются несоответствием внешних объемов и внутренних пространств. Пример – Покровский собор на Красной площади в Москве (храм Василия Блаженного), зодчий Барма Посник, 1555 – 1561 гг. строительства. Храм представляет собой комплекс из десяти башенных объемов (девять церквей храма, посвященных святым, покровительствующим дням битв за Казань, церковь Василия Блаженного, пристроенная в 1588 г. и колокольня). Внешняя композиция при всем многообразии цвета, форм и декора башен представляет собой единое целое, создающее впечатление монументальности и торжественности. Конструктивно каждая церковь представляет собой восьмигранное основание под сводчатые арки, за счет этого внутренне пространство расчленено на множество мелких объемов, лишенных монументальности (рисунок 113).

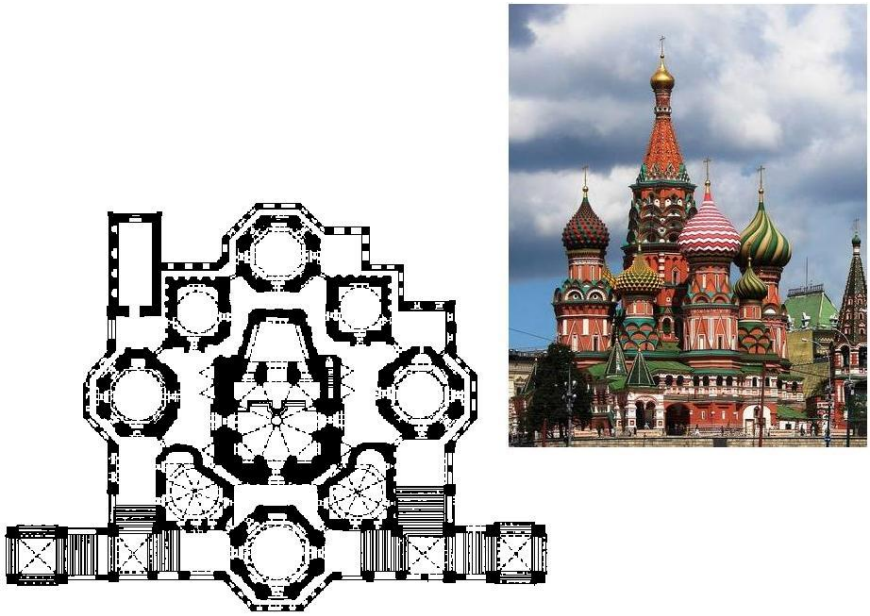


Рисунок 113 –Покровский собор (храм Василия Блаженного) в г. Москве. Общий вид и план

Если в зданиях взаимосвязь внешнего объема и внутренних пространств, как правило, обязательна, то в инженерных сооружениях она часто отсутствует. Например, на станциях метрополитена присутствует только внутреннее пространство (рисунок 114), а в таких сооружениях как мосты, телебашни и т.п., есть только внешний объем (рисунки 115, 116).

Рисунок 114 – Станция метро Кропоткинская в Москве

Рисунок 115 – Эйфелева башня в Париже (телебашня)

Рисунок 116 – Мост Харбор в Сиднее, Австралия – «Австралийская вешалка»

Композиция внутреннего пространства

Композиция внутреннего пространства исходит из соответствия помещений (их формы, размеров, взаимного расположения) функциональному процессу. Помещения, где протекает основной функциональный процесс составляют ***композиционное ядро*** здания. Ядро определяется основными композиционными осями, по которым осуществляется движение.

В соответствии с назначением здания его внутреннее пространство может быть единым, либо расчлененным в той или иной степени.

Если помещения ограничены со всех сторон поверхностями стен и горизонтальных конструкций, композиция называется ***замкнутой*** (рисунок 117).

Рисунок 117 – Замкнутое пространство комнаты

При замене внутренних стен колоннами, раздвижными перегородками, арочными проемами и т.п. пространства объединяются. Анфиладная система планировки создает ***глубинность*** композиции внутреннего пространства (рисунок 118).

Зрительное увеличение внутренних объемов получают за счет увеличения оконных проемов. В каркасных зданиях возможно применение вместо наружных стен сплошного остекления, за счет чего внутреннее пространство как бы объединяется с внешним.

Визуальное восприятие внутренних пространств усиливается выбором элементов интерьера по стилистике, цветовому решению, использованию естественного и искусственного освещения и т.д. (рисунки 119, 120).

Рисунок 118 – Анфилада

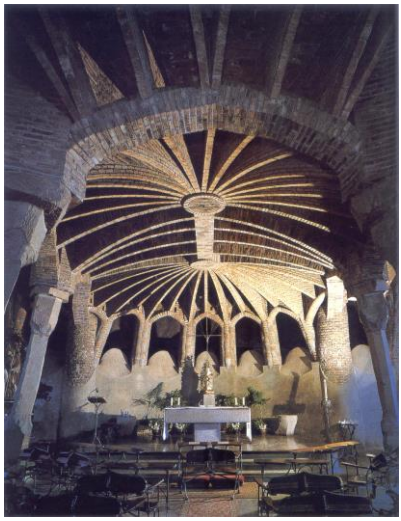


Рисунок 119 – Интерьер крипты в колонии Гуэля, Испания. Архитектор А.К. Гауди

Рисунок 120 – Интерьер современного общественного здания

Композиции внешних объемов

Особенностью внешней композиции, в отличие от внутренней, является то, что она воспринимается не постепенно (с переходом из одного помещения в другое), а целиком и мгновенно. Другая важная особенность – влияние на формирование внешнего объема природных и градостроительных условий. В природном окружении объекты могут располагаться свободно с включением в общую композицию элементов ландшафта, малых архитектурных форм и пр. В условиях плотной застройки здания проектируют более лаконичных форм, компактными, развитыми в основном в вертикальном направлении.

Формирование внешних объемов строится на основании двух методов: ***функциональном***, который базируется на выявлении внутренней функциональной структуры во внешнем объеме здания и проявлении характерных черт в оформлении фасадов, и ***универсальном*** – создающем обобщенную объемно-пространственную форму простых очертаний, пригодную для многопрофильного использования. Первый вариант способствует легкому «узнаванию» назначения здания по его внешнему облику.

Второй (автор – Мис ван дер Роэ) должен облегчать переориентацию помещений по функциональному назначению. Здания практически проектируются как прямоугольный призматический объем. На практике этот способ не получил развития, так как помещения, одинаково пригодные для разных функций, чаще всего не совсем удобны для каждой из них, здания лишены индивидуальности и художественной выразительности.

Композиции внешних объемов делятся на три основные группы:

– ***простые*** – состоящие из одного объема;

– ***сложные*** – состоящие из двух или более объемов, непосредственно примыкающих друг к другу или связанных соединительными элементами;

– ***комплексные*** – состоящие из нескольких отдельных зданий, связанных в единый архитектурный комплекс.

Простая композиция обычно наиболее экономична, позволяет использовать унифицированные конструкции. Здания простой фор-

мы в плане можно строить в различных климатических условиях, на территориях с повышенной сейсмикой, сложными грунтовыми условиями и т.п. Именно такие по композиции большинство жилых домов. Кроме того, получили распространение простые по форме здания больших размеров, в частности, здания с крупными залами (театры, концертные залы, цирки, стадионы и т.п.) (рисунок 121).

Рисунок 121 – Стадион в Луизиане, Новый Орлеан, США

Главный функциональный процесс проходит в главных помещениях – композиционном ядре, подсобные процессы – в других объемах, имеющих по отношению к главному соподчиненное значение. ***Принцип соподчиненности*** частей здания – один из основных факторов, позволяющих достичь единства композиционного решения.

При проектировании зданий, имеющих ***сложные*** композиционные формы (два и более объема), необходимо помнить, что человек может охватить и воспринять ограниченное количество одновременно наблюдаемых объектов (7 ± 2 – правило Мюллера). Большее количество объемов, из которых формируется корпус здания или комплекс зданий воспринимается как хаотичное, композиция лишается единства. Пример сложного композиционного решения показан на рисунке 122.

Рисунок 122 – Оперный театр в Сиднее, Австралия. Арх. Йорг Утсон

Комплексные композиции также должны ограничивать количество одновременно воспринимаемых элементов. В этом отношении наиболее известен комплекс Афинского акрополя (рисунок 123). При движении посетителя по территории акрополя им воспринимается постоянно меняющаяся панорама, включающая два – три объекта с переносом акцентов с одного сооружения на другое.

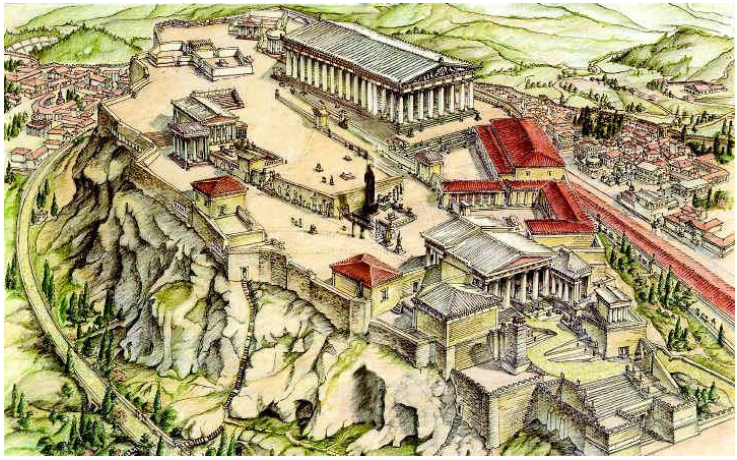


Рисунок 123 – Комплекс Афинского акрополя.
Реконструкция

Еще один знаменитый комплекс – Площадь Чудес в г. Пизе. Обычно выделяют только известную своим наклоном Пизанскую башню (колокольню), однако комплекс кроме нее включает собор, Баптистерий и Кампосанто (рисунки 124, 125).

Рисунок 124 – Площадь Чудес в г. Пизе, Италия.

Рисунок 125 – Пиза. Площадь Чудес.

В нашей стране особо знамениты комплексы Санкт-Петербурга, среди них – Дворцовая площадь, стрелка Васильевского острова, Екатерининский садик перед Александринским театром, комплекс улицы Росси (рисунок 126), комплекс Летнего сада, Петергофский дворец с верхним и нижним парками и многие другие. Здания и сооружения комплексов должны сочетаться между собой по стилистике, цветовому решению.

Рисунок 126 – Улица Карла Росси, Санкт-Петербург

Виды композиций

Любая композиция – простая, сложная может быть сведена к одной из четырех основных: фронтальной, глубинной, высотной, объемной – или их сочетанию.

Фронтальная композиция отличается преобладанием размеров по протяженности и высоте здания над его размерами в глубину застройки. Такие композиции присущи большинству жилых, учебных, административных, а также дворцовых зданий. При размещении в застройке следует учитывать, что для хорошего восприятия перед ними необходимо оставлять свободное пространство (площадь, двор, широкую улицу и т.д.). Это одна из причин, почему перед административными и общественными зданиями обычно размещают благоустроенные площади, а ширину улиц принимают равной 1,5 – 2 высотам зданий ее формирующих. Если главный фасад здания имеет четко выраженную ось симметрии, такая композиция называется фронтально-осевой. Примеры фронтальных композиций зданий показаны на рисунках 127 – 129.

Рисунок 127 – Большой дворец в Петергофе.
Вид со стороны верхнего парка

Рисунок 128 – Здание
парламента
в Будапеште

Рисунок 129 –
Здание библиотеки
в г. Канзас, США

Глубинные (глубинно-пространственные) композиции характерны для зданий, развитых в глубину застройки. Обычно лицевой главный фасад имеет размеры, меньшие по сравнению с размером, перпендикулярным его плоскости. Такие здания характеризуются продольно-осевым построением внутренних помещений (например, здания театров) (рисунок 130).

Рисунок 130 – Здание Большого театра в Москве

Высотная композиция отличается преобладанием размера высоты сооружения над его размерами в плане. Высотные композиции характерны для древних культовых сооружений (храмы, колокольни, минареты), современных офисных зданий, точечных жилых домов и т.п. Примеры высотных композиций зданий приведены на рисунках 131 – 134.

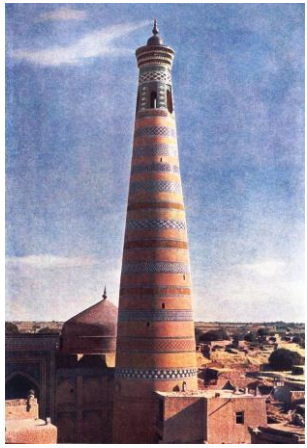


Рисунок 131 – Минарет в Хиве

Рисунок 132 – Здание Министерства путей сообщения в Москве

Рисунок 133 – Башня Дубаи (высота 818 м – самое высокое здание в мире)

Рисунок 134 – 57-этажный жилой дом с офисами. Дипломный проект студента И.А. Дошлыгина, гр. СА-04 СибГИУ

Объемная композиция характерна для зданий, имеющих относительно равные размеры по всем трем координатам (здание по форме приближается к кубу или цилиндру, имеющему высоту практически равную диаметру) (рисунки 135 – 137). Объемные композиции характерны для зданий банков, цирков, рынков, спортивных сооружений и т.п. Усложненным вариантом объемной композиции является ***центрическая композиция*** (рисунок 138), содержащая главный крупный объем, вокруг которого группируются подчиненные ему мелкие объемы.

Рисунок 135 – Выставочный павильон. Германия

Рисунок 136 – «Птичье гнездо» Центральный олимпийский Стадион, Пекин. Китай

Рисунок 137 – Центр Жоржа Помпиду. Париж

Рисунок 138 – Здание центрального отделения Сбербанка
в г. Новокузнецке

Наряду с ярко выраженными основными типами композиций в архитектуре широко используются их различные сочетания как в отдельных зданиях, так и в комплексах. Они называются ***свободной композицией***. Примеры – на рисунках 139 и 140.

Рисунок 139 – Здание телекомпании в Токио, Япония

Рисунок 140 – Музей Гуггенхейма (часть фонда Соломона Гуггенхейма)
в г. Бильбао, Испания

Композиционные средства

При разработке внешних объемов и внутренних интерьеров зданий используются такие средства гармонизации архитектурных форм, достижения архитектурной выразительности, как симметрия и асимметрия, ритм и метр, контраст и нюанс, масштаб и масштабность.

Симметрия – одинаковое расположение равных частей композиции относительно оси или плоскости, проходящей через ее центр. Симметрия органически присуща человеческому организму. Кроме этого, построению симметричных объемно-пространственных форм способствует применение конструкций, статическая работа которых строится на симметрии (своды, купола и т.п.). Симметрия способствует приданию архитектурному объекту (зданию или комплексу) особой парадности, представительности, подчеркнутому выявлению главного сооружения ансамбля.

В современной архитектуре симметричные композиции характерны для ансамблевой застройки, для крупных общественных зданий (театры, музеи, административные здания).

Асимметрия – подчеркнутое различие между отдельными элементами композиции, части которой связаны между собой гармонией художественного единства и зрительного равновесия. Асимметричные композиции используются в зданиях со сложной функциональной структурой, включающие как крупные, так и мелкие помещения.

Классические и современные примеры симметричной и асимметричной композиций представлены на рисунках 141 – 144.

Рисунок 141 – Парфенон (храм Афины), 447 – 432 гг. до н.э., арх. Иктин и Калликрат

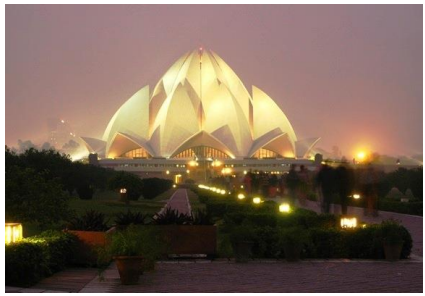


Рисунок 142 – Храм Лотоса, г. Дели, Индия

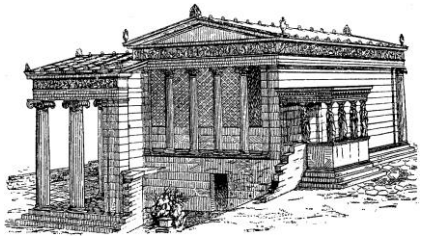


Рисунок 143 – Эрехтейон (храм Афины и Посейдона), 421 – 406 гг. до н.э.

Рисунок 144 – Центр музыки, г. Сиэтл, США

Помимо этого, иногда используют метод **дисимметрии** – незначительное отклонение от симметрии. Дисимметрия широко распространенна в природе. Она характерна и для человека. Дисимметрия проявляется в несимметричном анатомическом строении и расположении некоторых органов (сердца, легких, печени и др.), в лучшем владении одной из рук, в лучшем развитии одной из ног и пр. Дисимметрия композиционных построений привлекает зрительное внимание человека и вызывает ощущение беспокойства, напряжения, отклонения от равновесия (рисунок 145).

Рисунок 145 – Дворец Конгресса в Бразилии

Ритм и метр являются средствами гармонизации архитектурной композиции за счет повторяемости ее элементов. ***Ритм*** – закономерное чередование одинаковых или однохарактерных элементов и интервалов между ними, динамично развивающихся по вертикали, горизонтали или по обоим направлениям. ***Метр*** – простейшая форма ритма – точное повторение форм и интервалов между ними. Метр может быть *простым* – одинаковое чередование одной формы, либо *сложным* – при чередовании групп форм (рисунок 146). Метрические повторения создают впечатления уравновешенности, спокойствия, порядка. Метрические повторения придают композиции единство, но могут вызвать ощущение монотонности, поэтому применяют различные средства активизации их восприятия – сочетания нескольких простых или сложных метрических рядов, разрывы по высоте или длине здания.

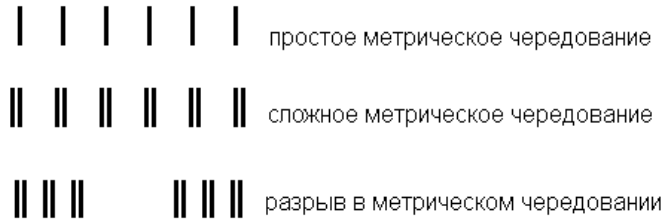


Рисунок 146 – Метрическая повторяемость элементов

Ритмическая повторяемость может создать ощущение динамичности, позволяет подчеркнуть некоторые элементы, создать акцент (например, здание МГУ в Москве) (рисунок 147).

ритмическая динамика по горизонтали

ритмическая динамика по вертикали

ритмическая динамика по обоим направлениям

Рисунок 147 – Ритмическая повторяемость

В градостроительных решениях часто используют метроритмическую повторяемость – расположение ритмичных групп зданий в метрическом порядке вдоль улицы, это позволяет избежать монотонности и сохранить единство композиционного решения (рисунок 148).

Рисунок 148 – Метроритмическая повторяемость

Пропорции – (от латинского «соразмерность») закономерные соотношения геометрических размеров здания (длины, ширины, высоты) и его элементов (простенков, проемов и т.д.). Пропорции имеют большое значение как для функционального, так и архитектурного решения здания. В основе архитектурных пропорций лежат математические соотношения и закономерности, однако при установлении тех или иных пропорций они всегда соотносятся с интуитивными поисками гармонии. Среди множества систем пропорциональных отношений выделяют три основных: геометрические подобия, целочисленные пропорции и «золотое сечение».

Геометрические подобия основаны на применении подобных прямоугольников для элементов здания и его общего габарита. Признаком подобия прямоугольников служит параллельность или перпендикулярность их диагоналей (рисунок 149). Пропорционирование может быть на основании арифметической прогрессии и геометрической – либо добавление одинаковых размеров для каждого последующего элемента, либо умножение его сторон на одну и ту же величину.

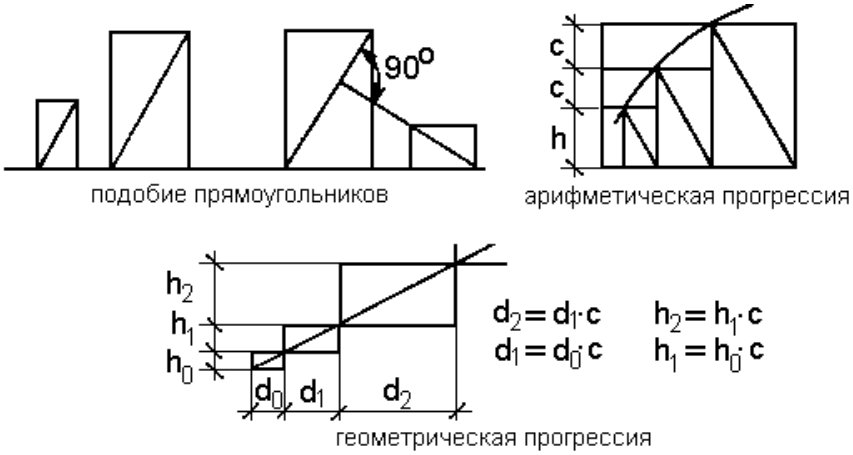


Рисунок 149 – Геометрические подобия

Целочисленные пропорции основаны на соотношениях простых чисел (1:2, 1:3, 2:5 и т.п.). С их помощью можно добиваться соотношений величин контрастных (резко выраженная противополож-

ность) (1:2, 1:3, 1:10) и нюансных (оттенок, малозаметное различие) (2:3, 5:6, 14:15) . В практике применения целочисленных пропорций за основу принимают отрезок, называемый модулем (см. раздел 7, ЕМС). Чем меньше модуль, тем больше можно получить пропорциональных отношений.

Наиболее гармоничными строениями, использующими модульные пропорции были античные храмы. В качестве модуля использовался диаметр колонны здания, таким образом модуль был органически присущ самому строению (рисунок 150).

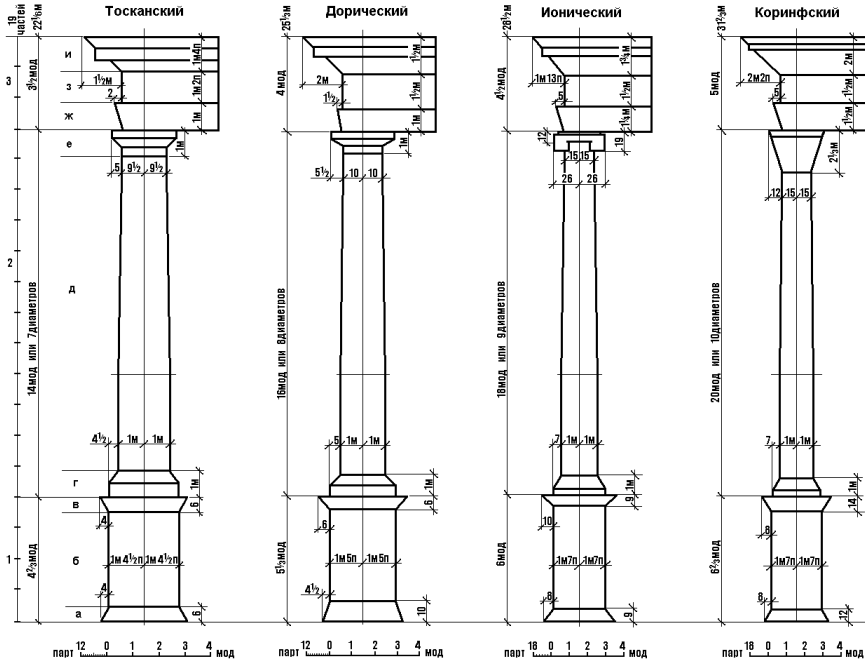


Рисунок 150 – Пропорции древнегреческих ордеров

«Золотое сечение» – иррациональная система пропорций, основанная на делении отрезка на части в пропорции, когда большая часть отрезка относится к целому отрезку так же, как меньшая часть к большей: $a:x = x:(a+x) = 0{,}382:0{,}618 = 0{,}618$.

Эта пропорция была известна в античности, в трудах авторов эпохи Возрождения она именуется «божественной пропорцией», Кеплер говорил об этом соотношении как о «бесценном сокровище, одном из двух сокровищ геометрии (второе – теорема Пифагора)». Леонардо да Винчи назвал его золотым числом, золотым сечением, что и легло в основу его современного названия. Геометрические построения «золотого сечения» приведены на рисунке 151.

Рисунок 151 – Построения «золотого сечения»

При численном выражении элементов «золотого сечения» получаем ряд чисел:

0,236; 0,382; 0,618; 1; 1,618; 2,618; 4,236…

Ряд характерен тем, что каждый последующий член равен сумме двух предыдущих, кроме того, отношение каждых двух соседних чисел равно и составляет 0,618. Ряд одновременно является и арифметической, и геометрической прогрессией.

Золотое сечение проявляется в биологии, в пропорциях животных, человеческой фигуры, в музыке, в живописи, в архитектуре (рисунки 152 – 155).

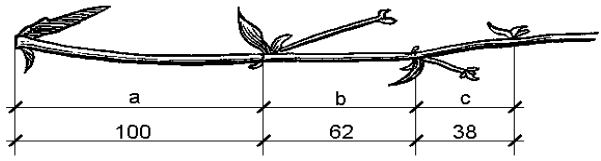


Рисунок 152 – Пропорции ветки цикория

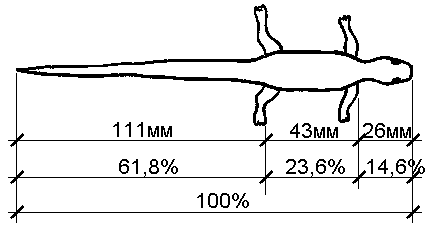
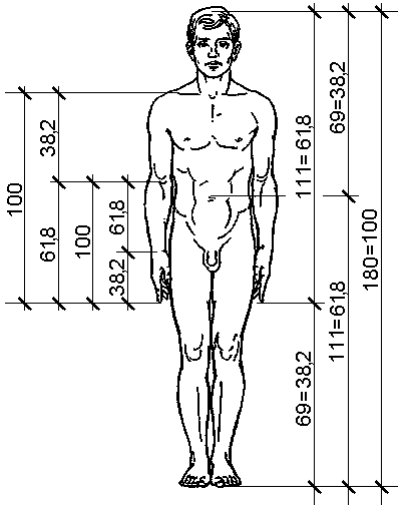
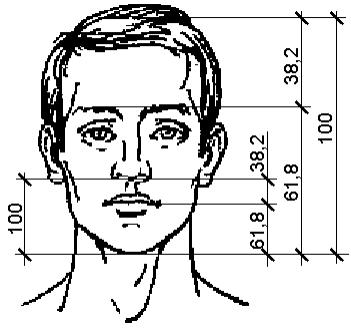


Рисунок 153 –
Ящерица и ее пропорции





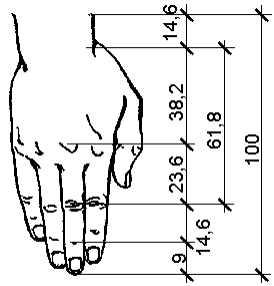


Рисунок 154 – Пропорции человеческого
тела, лица и руки

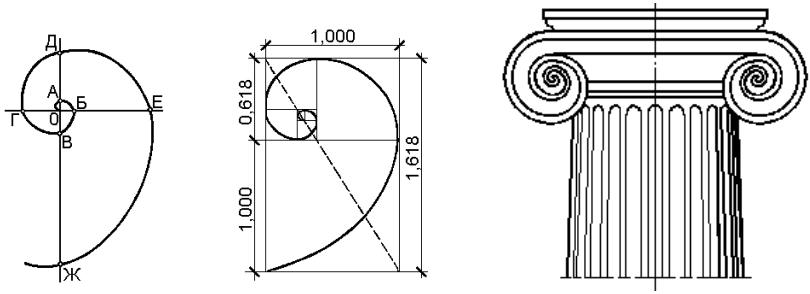


Рисунок 155 – Спираль Архимеда,
аналогично строится волюта ионической колонны

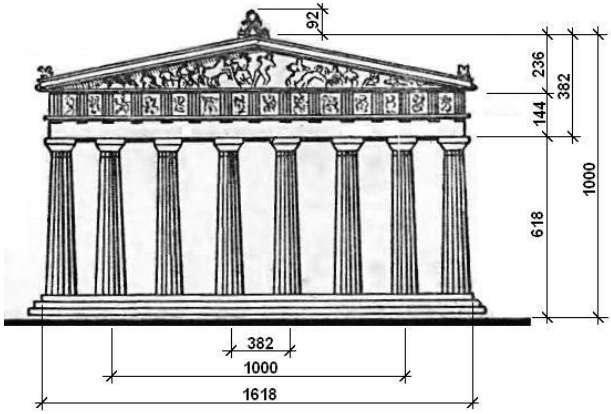


Рисунок 156 – Пропорции древнегреческого храма

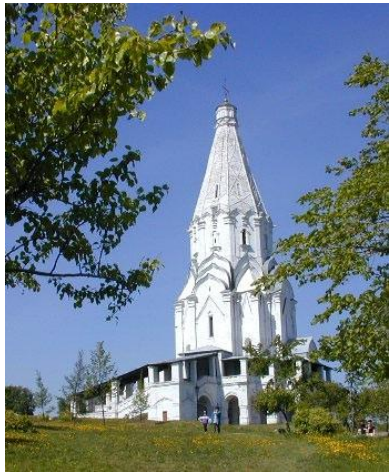


Рисунок 157 – Церковь Вознесения в Коломенском – в пропорциях «золотого сечения»

Здания, построенные в пропорциях «золотого сечения», отличаются особой гармоничностью, соотношения частей и целого воспринимаются человеком как идеальные пропорции. Известно множество примеров зданий, являющихся архитектурными шедеврами, – это афинский Парфенон (рисунок 156), Смольный собор в г. Санкт-Петербурге, церковь Вознесения в с. Коломенское Московской области (рисунок 157), собор Василия Блаженного и др.

Масштабность – соответствие воспринимаемой человеком величины композиции и ее элементов размерам самого человека (рисунки 158, 159). Композиция «*немасштабна*», когда ее размеры не соотносятся с размерами человека (гигантские небоскребы, лишенные деталей). Масштабность оценивается не только по размерам человека, но и по окружению – в городской застройке огромные здания кажутся мельче. Наружные элементы кажутся меньше таких же, расположенных внутри помещения.

Рисунок 158 – Жилое здание хорошо соотносится с размерами человека

Рисунок 159 – Небоскребы – отсутствие деталей делает их немасштабными по отношению к человеку

Придать зданию или его элементам тот или иной ***масштаб*** восприятия можно с помощью членения. Относительно небольшое здание торгового павильона воспринимается как крупномасштабное за счет членения крупными элементами – витринами, масштаб жилых зданий всегда мелкий за счет малых размеров проемов и простенков (рисунки 160, 161).

Рисунок 160 – Торговый центр

Рисунок 161 – Жилой дом

Наличие отделочных деталей увеличивает значимость элемента и масштаб его восприятия (рисунок 162) (абсолютно одинаковые по размеру дверные проемы воспринимаются по-разному, благодаря наличию обрамляющих элементов).

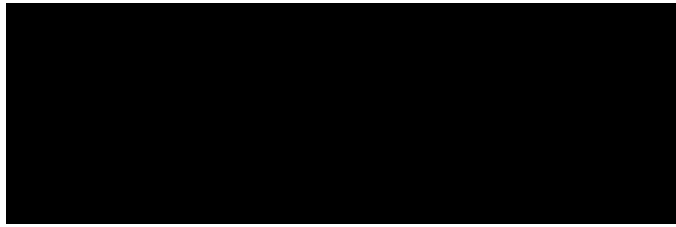


Рисунок 162 – Масштаб восприятия дверного проема

На рисунках 163 и 164 показан пример здания, членение которого на ряд объемов и геометрических фигур не только позволило изменить масштаб его восприятия, но и придало особую выразительность и значимость его облику.

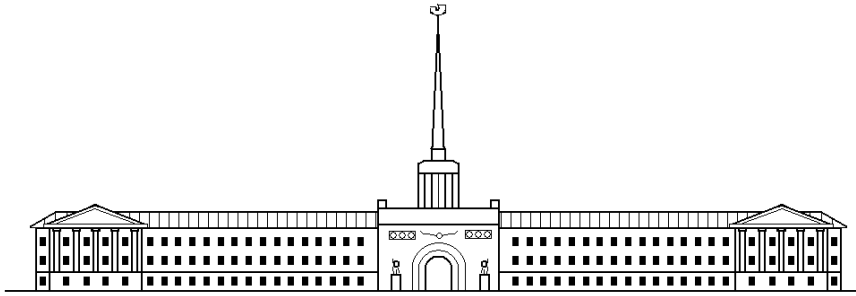


Рисунок 163 – Членение фасада Адмиралтейства в Санкт-Петербурге

Рисунок 164 – Адмиралтейство. Арх. А.Д. Захаров

Важнейший элемент архитектурной композиции – ***тектоника*** – (строение) конструктивное решение архитектурного сооружения, выявленное и использованное в архитектурных целях, проявление работы конструкции под нагрузкой в архитектурной форме, а также в примененных строительных материалах.

Первыми тектоническими системами были ордерные системы – каменные стоечно-балочные конструкции, образно отражающие прочность, устойчивость, характер внутренних усилий в художественном воплощении: энтазис (уширение колонны книзу) отражал постепенное нарастание нагрузок к основанию колонны, каннелюры (борозды на ее поверхности) – вертикальную направленность усилий в колонне, стык колонны с балкой – акцентировался капителью (рисунок 165).

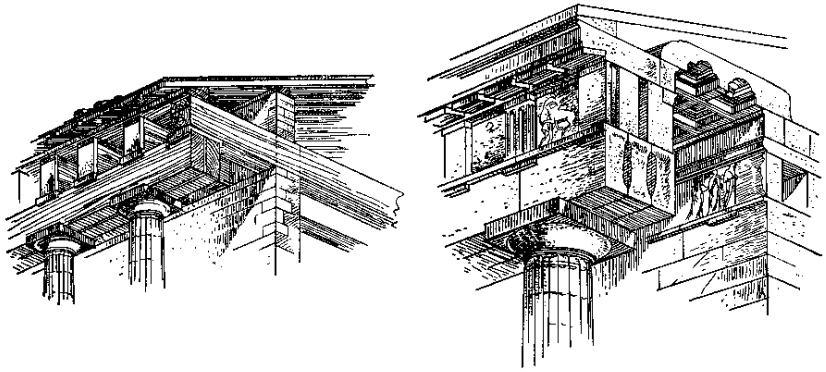


Рисунок 165 – Преобразование деревянного ордера в каменный

На рисунке 166 проиллюстрировано внешнее проявление работы конструкции под нагрузкой – первая арка вызывает отторжение невыразительностью, несмотря на надежность; вторая – скучна; третья – создает ощущение надежности и интересна (именно такие пропорции использованы архитекторами при строительстве триумфальных арок (рисунок 167)), четвертая – невозможна при условии выполнения всех ее элементов из одинаковых материалов (например, железобетона). Изменение материала конструкций может изменить отношение (четвертая конструкция при уменьшении высоты опор и

использовании легкого верха не только имеет право на существование, но и может способствовать воплощению интересных архитектурных идей (рисунок 168)).

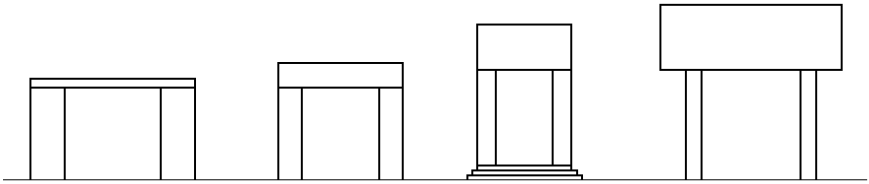


Рисунок 166 – Проявление напряженной работы конструкций в архитектурной форме

Рисунок 167 – Триумфальная арка в г. Москве

Рисунок 168 – Венок Славы, бульвар Героев, г. Новокузнецк

Примером удачного тектонического решения здания считается здание Колизея (рисунок 169). Массивные стены задекорированы

четырехярусным ордером (происходит постепенное «облегчение» ордеров к верхним ярусам), что позволяет воспринимать стену как каркасную и более легкую.

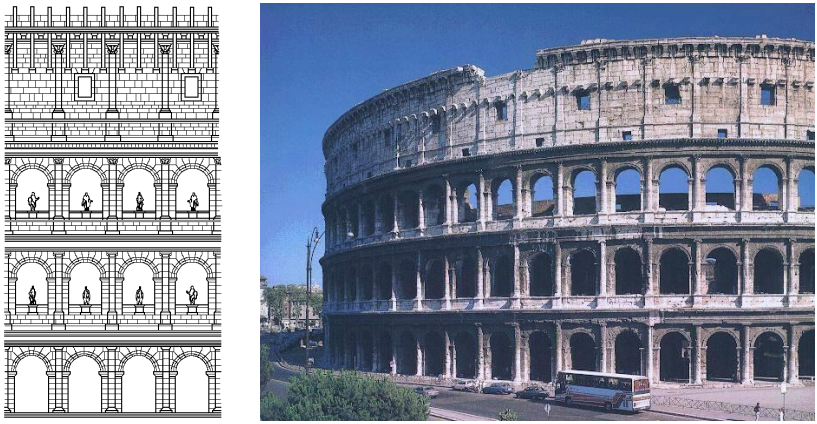
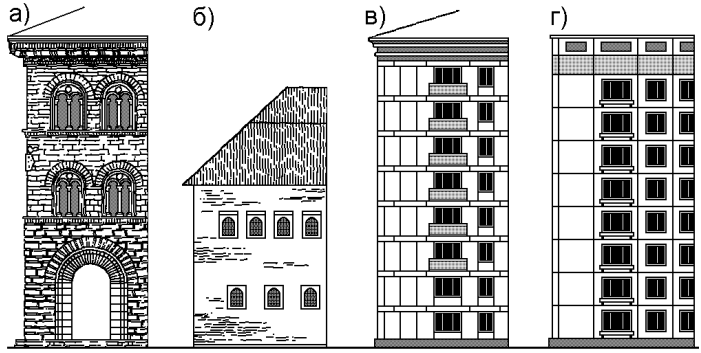


Рисунок 169 – Колизей, Рим. Реконструкция фасада с применением различных ордеров, современное состояние

Еще один яркий пример проявления работы конструкции в ее форме – Останкинская телебашня (рисунок 170) – игла, опирающаяся на «ноги», установленные враспор. Несмотря на значительную высоту (540 м) и существенные ветровые нагрузки, глубина фундамента под опоры башни – всего 5 м. Площадь опоры ограничена кольцом-фундаментом диаметром в 60 метров. Центр тяжести находится на высоте 110 метров по оси башни. Вес башни распределяется между бетонным стволом и основанием, как 1 : 3.

Рисунок 170 – Останкинская телебашня. Арх. Н.В. Никитин

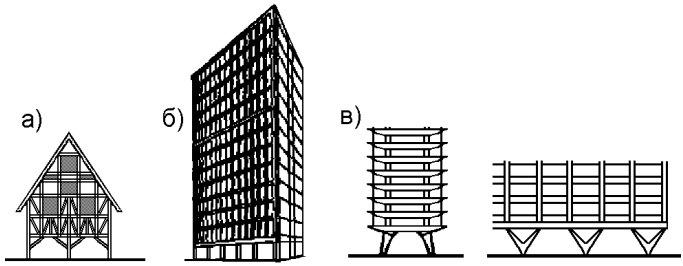
Тектоническое решение стен также позволяет изменить характер восприятия объекта. Массивные тяжелые стены старинных зданий с небольшими оконными проемами в современных условиях трансформируются в легкие ограждающие конструкции (рисунок 171). Конструкции навесных фасадов с остекленными поверхностями с одной стороны создают ощущение легкости даже для высотных зданий, с другой зрительно уменьшают масштаб восприятия башни.



а – палаццо Медичи во Флоренции (XV в.); б – Поганкины палаты в Пскове (XVII в.); в – крупноблочный дом; г – крупнопанельный дом

Рисунок 171 – Тектоника стен

Опоры, выполненные в виде вертикальных или наклонных элементов, также изменяют впечатление о массивности, прочности и устойчивости здания (рисунки 172, 173).



а – стена фахверкового здания; б – навесной стеклянный фасад; в – тектоника опор

Рисунок 172 – Тектоника навесных стен и опорных конструкций

Пространственные конструкции (за исключением сводов и куполов) являются изобретениями XIX и XX вв. Пример тектонического решения пространственных и большепролетных конструкций можно увидеть на рисунке 173.

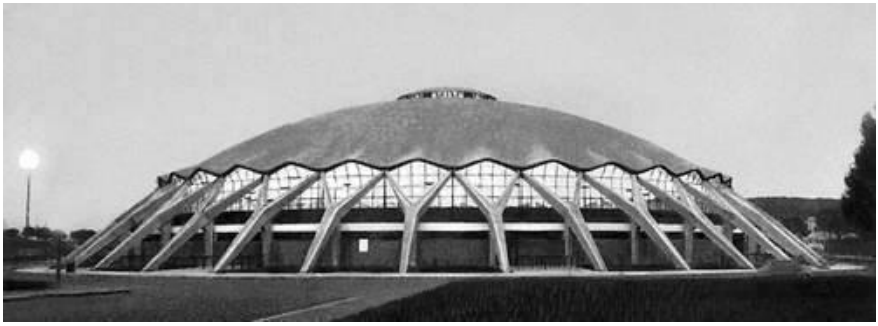


Рисунок 173 – Малый дворец спорта в Риме, архитектор Витолоцци, инженер Нерви

В зависимости от замысла сооружение может вызвать ощущение статической уравновешенности или динамической устремленности. И то и другое впечатление достигается за счет применения различных конструктивных решений, а также использования таких средств выразительности, как симметрия и асимметрия, ритм, метр, соотношение частей зданий и т.п. На рисунках 174 и 175 показано два здания аэровокзалов, первое вызывает ощущение статичности и спокойствия, второе – олицетворяет динамику и взволнованность, устремленность вверх, вдаль.

Важное значение как композиционные средства имеют ***контраст и нюанс*** (в пропорциях, цвете, светотени и пр.); ***рельеф*** – совокупность выступов и впадин, который способствует акцентированию светотени (рисунок 176); ***фактура*** поверхностей (менее выраженный рельеф, характер обработки материала конструкций) (рисунок 177); ***свет, цвет*** (рисунок 178)***, орнамент*** (в том числе, национальный) (рисунок 179), использование произведений ***изобразительных искусств*** – скульптуры, панно (рисунок 180).

Рисунок 174 – Здание аэровокзала со статической композицией

Рисунок 175 – Аэровокзал с динамической композицией (компания TWA, Нью-Йорк. Арх. Э.Сааринен)

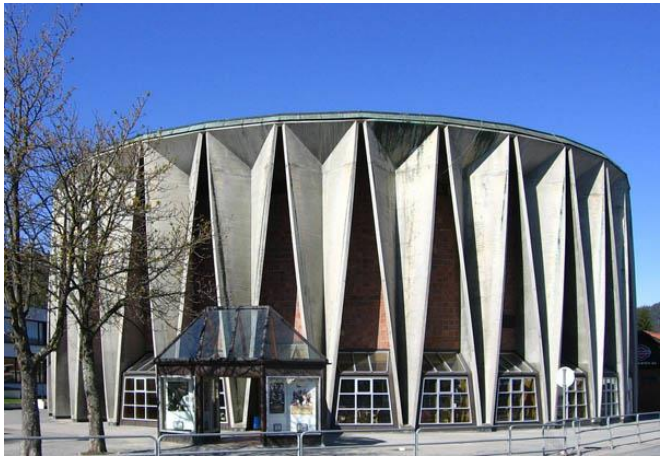


Рисунок 176 – Рельефная поверхность фасада здания кинотеатра в Норвегии

Рисунок 177 – Виды фактур фасадов зданий

Рисунок 178 – Активное использование цвета в здании Летнего театра и жилого дома-ракушки

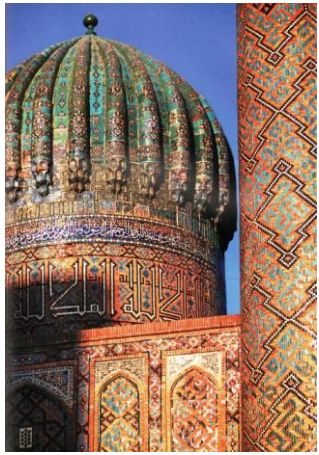


Рисунок 179 – Регистан, г. Самарканд

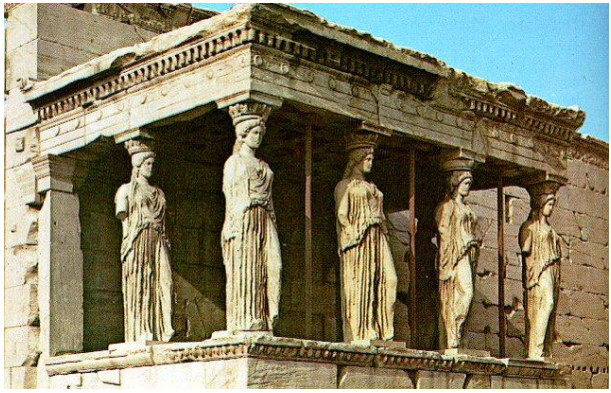


Рисунок 180 – Использование скульптуры в оформлении зданий и городской территории: кариатиды Эрехтейона, скульптура сфинкса и скульптурное оформление балкона Исаакиевского собора, г. Санкт-Петербург

Вопросы для самоконтроля

1. Что входит в состав архитектурной композиции?
2. Какие виды композиций вы знаете?
3. В чем выражается единство внутреннего пространства и внешнего объема?
4. Для каких строений характерно единство внутреннего пространства и внешнего объема?
5. Для каких строений не характерно единство внутреннего пространства и внешнего объема? Какие сооружения не имеют внешнего объема, внутреннего пространства?
6. Что такое композиционное ядро?

7. Чем характеризуется замкнутая композиция внутреннего пространства?
8. Какие виды композиций внутреннего пространства вы знаете?
9. За счет чего можно достигнуть глубинности внутреннего композиционного пространства?
10. Назовите три основные группы композиций внешних объемов.
11. Чем отличается функциональный метод формирования внешней композиции здания от универсального?
12. В чем заключается правило Мюллера при создании сложных композиций?
13. Назовите отличительные признаки фронтальной, глубинной, высотной и объемной композиций. Приведите примеры зданий каждого композиционного типа.
14. Как можно охарактеризовать свободную композицию?
15. Какие средства достижения архитектурной выразительности Вы знаете?
16. Чем отличаются симметрия, асимметрия и дисимметрия? Приведите примеры.
17. В чем выражается метрическая и ритмическая закономерности в архитектуре?
18. Чем определяется масштабность архитектурного объекта?
19. Можно ли изменить масштаб восприятия здания? С помощью чего? Приведите примеры.
20. Как членение плоскости фасада на отдельные части позволяет улучшить его архитектурный облик?
21. Как применение таких средств выразительности как рельеф, светотень, цвет, фактура, орнамент и т.п. отражается на внешнем виде и восприятии архитектурного объекта?
22. Что такое тектоника?
23. Приведите примеры первых тектонических сооружений.
24. Как тектоника соотносится с материалом конструкции?
25. С помощью каких средств можно создать впечатление надежности сооружения, легкости, динамичности…?

10 МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА

Типы проектов

Проект – комплект технических документов, содержащий чертежи, расчеты, макеты, описания с обоснованием принятых решений и другие материалы, позволяющие судить о технических, эксплуатационных, художественных и экономических качествах проектируемой постройки.

Проекты могут быть типовыми, индивидуальными и экспериментальными

Типовой проект разрабатывается для массовых типов зданий (жилые дома, школы, детские сады, административные здания и т.п.) с последующей привязкой его к местным условиям по части фундаментов, стеновых ограждений, отделки фасадов и пр.

Индивидуальный проект разрабатывается для зданий, имеющих большое градостроительное значение (театр, крупный спортивный центр, вуз…), а также по индивидуальным заказам.

Экспериментальные проекты разрабатываются для зданий нового типа (аэропорты появились только в XX в.), а также для зданий, в которых применяются новые архитектурно-планировочные и конструктивные решения.

Методы проектирования

Исходным документом для разработки проекта ***служит задание на проектирование***. Оно разрабатывается заказчиком. В задании на проектирование указывается место строительства, основные требования к проекту, перечень помещений (с размерами), которые необходимо предусмотреть и пр.

Проектирование ведется в две стадии. Первая – технический проект и смета, вторая – рабочие чертежи. Несложные проекты индивидуального применения могут разрабатываться в одну стадию.

Технический проект содержит основные архитектурно-строительные чертежи – планы, разрезы, фасады, генеральный план. Если предусмотрено применение новых конструктивных решений – их принципиальное решение и узлы. В состав техпроекта входит принципиальное решение основного инженерного обеспечения. Помимо чертежей фасадов в составе техпроекта могут быть представлены перспективные изображения объекта (с учетом окружающей обстановки – застройки, озеленения и пр.), а также макеты.

Пояснительная записка к техпроекту содержит описание и обоснование принятых объемно-планировочных, конструктивных, художественных решений, краткое описание предполагаемого инженерного оборудования здания (отопления, вентиляции, водоснабжения и водоотведения, электроснабжения, газоснабжения, слаботочных устройств и пр.). В пояснительной записке приводятся укрупненные расчеты нестандартных конструктивных решений, характеризуются методы производства работ, укрупненная смета на производство работ, технико-экономические показатели.

Технический проект разрабатывается в *нескольких вариантах*, по каждому из которых осуществляется подготовка полного комплекта документации (в некоторых случаях может проводиться сравнение по вариантному проектированию отдельных частей – видов конструкций, планировочным решениям, технологическим решениям). Разработка нескольких вариантов обеспечивает возможность выбора наиболее целесообразного решения здания со всех точек зрения – функциональной, технической, художественной, экономической. Вариант, наиболее рациональный со всех точек зрения, принимается как окончательный и оформляется в виде техпроекта, представляемого заказчику для утверждения. После утверждения в техпроект изменения не вносятся.

Рабочие чертежи разрабатываются на основе утвержденного технического проекта. В состав рабочих чертежей строительного объекта входят:

– *генеральный план*;

– *планы* всех неодинаковых этажей;

– *разрезы* по всем характерным частям здания (различные высоты, типы лестниц, решения покрытия и пр);

– все *фасады* с указанием раскладки сборных элементов (панелей, блоков), отделки и профилей выступающих элементов (карнизов, козырьков и пр.);

– чертежи *фундаментов* (планы, разрезы, профили);

– планы перекрытий с раскладкой изделий заводского изготовления (монтажные планы);

– детальные чертежи нетиповых конструкций, выполненные на основании расчетов;

– детальные чертежи нетиповых и сложных узлов сопряжений конструкций;

– спецификации принимаемых изделий заводского изготовления со ссылками на каталоги;

– чертежи инженерного оборудования по разделам.

Пояснительная записка дорабатывается с включением обоснования принятых архитектурных решений, расчетов конструктивных элементов и их соединений, технологии возведения с подбором машин, механизмов, расчетом сроков строительства и потребности материалов, графиков движения работающих по захваткам и пр., расчетом сметной стоимости в действующих ценах.

Для стадии техпроекта используются мелкомасштабные изображения (1:200, 1:400, 1:1000), рабочие чертежи выполняются в более крупном масштабе (1:10 – для узлов и деталей, 1:100, 1:200, 1:500). Размеры проставляются в количестве, необходимом для воплощения проекта в натуре.

Если разрабатывается типовой проект, то после утверждения технического проекта и разработки рабочих чертежей составляется технический паспорт типового проекта, содержащий основные технические данные о здании.

Проекты организации работ составляются строительными организациями на основании архитектурно-строительного проекта здания с учетом наиболее рационального метода строительства и применения имеющихся у организации машин и механизмов.

Технико-экономические показатели (ТЭП)

ТЭП подразделяются на объемно-планировочные, капитальные затраты, эксплуатационные затраты.

Объемно-планировочные показатели определяются для зданий на основании объемно-планировочного решения. К ним относятся:

1). $П_з$ – площадь застройки – площадь, занимаемая зданием по наружному обводу стен в уровне цоколя;

2). $П_ж$ – жилая площадь – определяется только для жилых домов, включает площадь комнат (по внутренним размерам между стенами);

3). $П_р$ – рабочая площадь – определяется для промышленных и общественных зданий, включает площадь помещений, связанных с основным функциональным назначением;

4). $П_в$ – вспомогательная площадь – определяется для всех типов зданий, включает площади помещений вспомогательного и служебного назначения (например, для жилых домов это площадь кухонь, коридоров, прихожих, санитарных узлов, кладовых и т.п.);

5). $П_л$ – площадь летних помещений (балконов, лоджий, веранд, террас и пр.) – определяется для жилых домов;

6). $П_{пол}$ – полезная площадь – является суммой жилой (рабочей) и вспомогательной площадей. В последнее время в общую площадь квартир включают и площадь летних помещений;

7). $О_{стр}$ – строительный объем – состоит из объемов надземной и подземной части, обычно включает в себя отапливаемый объем здания. $О_н$ – надземный объем определяется как площадь, измеренная по наружному обводу стен в уровне первого этажа, умноженная на высоту от нулевой отметки (уровня пола первого этажа) до средней отметки совмещенной крыши или до верха теплоизоляционного слоя чердачной кровли. $О_п$ – подземный объем– та же площадь, умноженная на высоту от пола нижнего подземного этажа до нулевой отметки;

8). Коэффициент $К_1 = П_{ж(р)}/П_{пол}$ – характеризующий рациональность планировочного решения;

9). Коэффициент $К_2 = О/П_ж$ [$м^3/м^2$] – только для жилых домов – характеризует рациональность использования объема.

Показателями капитальных затрат являются:

10). Сметная стоимость – наиболее универсальный показатель, однако в последнее время наиболее часто рассматривается стоимость 1 $м^2$ площади здания, либо 1 $м^3$ объема здания;

11). Трудоемкость возведения здания – чел-дни (определяется как для всего объекта, так и по отношению к 1 $м^2$, 1$м^3$, единице продукции и т.п.)

12). Сроки строительства;

13). Расход строительных материалов на 1 $м^2$ полезной или жилой площади;

14). Коэффициент сборности – по стоимости сборных конструкций с учетом их монтажа по отношению ко всей стоимости здания.

Эксплуатационные затраты определяются приблизительно с учетом необходимости проведения текущих ремонтов, коммунальных расходов.

Сравнение вариантов на стадии техпроекта производится на основании сравнения ***приведенных затрат***:

$$П = Е \cdot К + Э, \quad (1)$$

где П – приведенные затраты;

К – капитальные расходы (сметная стоимость строительства);

Е – коэффициент амортизации капитальных затрат (нормативный – 1/8 или 0,12) – учитывает срок окупаемости объекта, может быть назначен заказчиком (например, в случае, если объект должен окупиться за два года – Е = 0,5);

Э – ежегодные затраты на эксплуатацию, текущие ремонты и т.п.

Приведенные затраты позволяют учесть как общую стоимость возведения объекта, так и эксплуатационные расходы на его содержание. Например, увеличив затраты на возведение здания за счет использования более качественных материалов, с повышенными теплозащитными свойствами и т.п., значительно снижаются затраты на эксплуатацию. Приведенные затраты должны быть меньше средних по отрасли.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы проектов вы знаете?
2. Чем отличаются индивидуальный и экспериментальный проекты?
3. Кто готовит исходный документ для разработки проекта, и как этот документ называется?
4. Какие стадии проектирования вы можете назвать?
5. Для чего разрабатывается несколько вариантов проектов?
6. На какой стадии ведется вариантное проектирование?
7. Всегда ли разрабатываются все стадии проекта?
8. Для каких проектов составляется технический паспорт?
9. Какие основные объемно-планировочные показатели используются для технико-экономической оценки проекта?
10. Каким отношением характеризуется рациональность планировочного решения?
11. Какой параметр используется в качестве единичного показателя стоимости, трудовых затрат и т.п.?
12. Какие показатели капитальных затрат вы можете перечислить?
13. На основании какого показателя проводится сравнение вариантов проектов?
14. Как взаимосвязаны затраты на возведение здания и эксплуатационные расходы по его содержанию?

11 ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И ИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Строительная климатология

Основная ***задача*** строительной климатологии – обоснование целесообразных проектных решений планировки населенных мест, зданий и их ограждающих конструкций, учитывающих особенности климата территории застройки. Для решения этой задачи необходимо не только располагать *сведениями о климате* той или иной местности, но и иметь представление о *характере влияния* климатических параметров на архитектурные и конструктивные решения.

Данные метеорологических наблюдений за многие годы систематизированы и сведены в нормативном документе – СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» [8]. Климатические параметры (температура в различные периоды года, абсолютный минимум и максимум, средние месячные температуры и т.п.; данные о преобладающем направлении ветра, снеговые нагрузки, данные о глубине промерзания грунтов и пр.) представлены в виде таблиц и схематических карт.

Для правильного выбора объемно-планировочного, конструктивного решения зданий необходимо учитывать температурные колебания, влажностный режим, аэрационный режим территории, количество снега и устойчивость снежного покрова и т.д. С целью полного учета всех вышеперечисленных факторов проведено районирование территории нашей страны по совокупности всех параметров. Территория делится на четыре основных зоны (рисунок 181).

I зона – с короткой неустойчивой зимой и очень жарким летом (крайние южные районы);

II зона – с низкими зимними температурами и жарким летом (континентальный климат средней полосы);

III зона – с холодной зимой, но теплым или умеренно жарким летом (центральные и северо-западные территории европейской части, приморские дальневосточные);

IV зона – с очень холодной длительной и суровой зимой и коротким летом (преимущественно территории Крайнего Севера и восток).

Рисунок 181 – Схема климатического районирования территории РФ

В свою очередь, каждая из этих четырех зон подразделяется на 3 – 5 подзон по условиям влажности, устойчивости снежного покрова, силы ветра и т.п.

Строительство в районах с различными климатическими параметрами отличается не только толщиной стен и количеством стекол в оконном заполнении. Каждая зона определяет ряд требований к зданиям и планировочным параметрам жилых районов, в соответствии с которыми разрабатываются объемно-планировочные и архитектурно-художественные решения застройки.

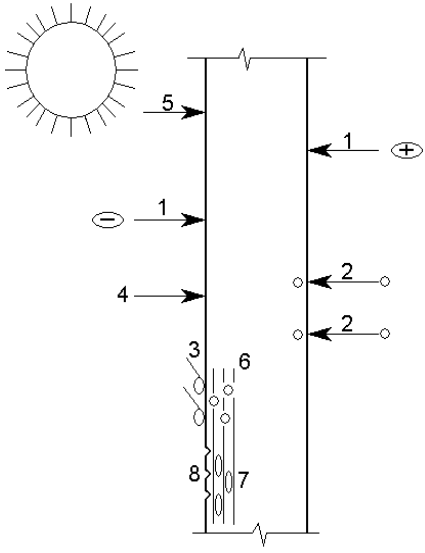
Территории с суровым климатом и сильными ветрами требуют особых архитектурно-планировочных решений как жилых зданий, так и промышленных объектов, а также всей застройки в целом. Корпуса домов должны решаться с ***минимумом выступов*** как по фасаду, так и на крыше здания, чтобы избежать «снежных мешков», перегружающих конструкции и создающих опасность протечек крыш в весенний период. Расстояния между зданиями сокращены по сравнению со средней полосой на 20 – 40 %. Зоны с наличием «вечной мерзлоты» проектируются по условиям максимального сохранения мерзлых грунтов и т.д.

В местностях с сильными ураганными ветрами практикуется строительство ***ветрозащитных зданий*** (с особыми видами внутренней планировки – на подветренную сторону выносятся помещения дневного пребывания, либо в этих зданиях располагают помещения общественных учреждений). Здания расставляются на местности с учетом преобладающего направления ветра с тем, чтобы уменьшить его силу, либо увеличить проветривание – для районов с жарким климатом.

Сейсмоопасные территории требуют дополнительных расчетов конструкций на воздействие сейсмических нагрузок и специальных конструктивных решений с применением особых конструкций фундаментов, каркасов, несущих стен и перекрытий.

Воздействия на ограждающие конструкции стен

На рисунке 182 показаны основные виды воздействий на стеновое ограждение зданий и сооружений и некоторые образования внутри стен в результате, в основном, влажностных воздействий на стены.



1 – температурный перепад (изменение температуры проис-ходит внутри стены и вблизи нее);
2 – влажностное воздействие изнутри и диффузия влаги;
3 – воздействие атмосферных осадков;
4 – ветровое давление;
5 – солнечная радиация;
6 – зона выпадения конденсата внутри стены;
7 – образование ледяных линз – замерзший конденсат в зимнее время;
8 – зона образования трещин

Рисунок 182 – Схема воздействия на стены

Для правильного проектирования ограждающих конструкций необходимо иметь информацию о всех видах воздействия на стены и покрытия зданий. Как уже было сказано выше, несущие конструкции воспринимают силовые нагрузки и должны быть рассчитаны на их восприятие. Ограждающие же конструкции в основном воспринимают несиловые воздействия (такие как температурный перепад, воздействия влаги, солнечной радиации и т.п.). Учет их влияния при проектировании – задачи строительной физики.

Тепловая защита зданий

Сопротивление теплопроводности конструкций

Придание ограждающим конструкциям теплозащитных свойств в целях обеспечения заданного температурного режима помещения и долговечности самих конструкций рассматривается в строительной теплофизике. Учет всех воздействий позволяет определить тепловое сопротивление реальной конструкции в конкретных эксплуатационных условиях и выбрать наиболее целесообразное конструктивное решение.

Рассмотрим распределение температуры в конструкции при постоянном тепловом потоке. При передаче тепла через ограждающую конструкцию происходит падение температуры от температуры внутреннего воздуха t_{int} до температуры наружного воздуха t_{ext}. При этом общий перепад состоит из суммы нескольких температурных перепадов. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции τ_{int} ниже, чем t_{int} – температура внутри помещения. Имеет место температурный перепад $(t_{int} - \tau_{int})$, обусловленный сопротивлением тепловосприятию R_{si}. В пределах конструкции перепад составляет $(\tau_{int} - \tau_{ext})$, он обусловлен термическим сопротивлением конструкции R_k; перепад $(\tau_{ext} - t_{ext})$ обусловлен сопротивлением теплоотдаче R_{se}.

На рисунке 183 представлена конструкция, состоящая из нескольких слоев, расположенных параллельно внешним поверхностям ограждения, она называется ***слоистой***. Если конструкция вы-

полнена из одного материала, она называется ***однородной*** или ***однослойной***.

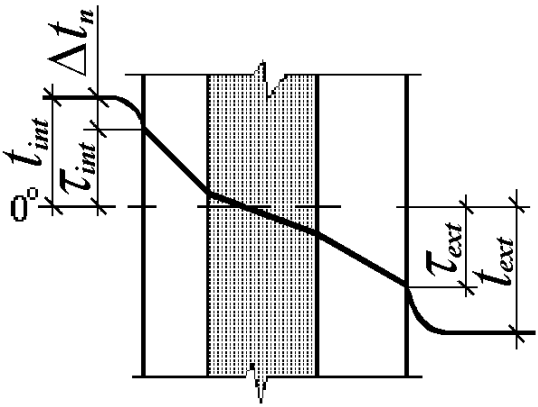


Рисунок 183 – Распределение температуры в конструкции при постоянном тепловом потоке

Термическое сопротивление R, м^2·°С/Вт, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R=\delta/\lambda, \quad (2)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С).

Термическое сопротивление ограждающей конструкции R_k, м^2·°С/Вт, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \ldots + R_n, \quad (3)$$

где R_1, R_2, +, R_n – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт, определяемые по формуле (2).

Общее сопротивление теплопередаче R_o, м^2·°С/Вт, ограждающей конструкции состоит из суммы сопротивления конструкции тепловосприятию, термического сопротивления самой конструкции и сопротивления конструкции теплоотдаче и определяется по формуле

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (4)$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$, α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м^2·°С);

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$, α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, Вт/(м^2·°С);

R_k – то же, что и в формуле (3).

Если связь слоев осуществляется с помощью специальных связей, либо прослоек, либо других элементов, то общее сопротивление конструкции теплопередаче должно быть умножено на коэффициент неоднородности, учитывающий неодинаковое сопротивление различных частей конструкции. Полученный результат сравнивается с требуемым сопротивлением ограждения, обусловленным СНиП по тепловой защите зданий.

$$R_o \geq R_{req}, \qquad (5)$$

где R_{req} – требуемое сопротивление по СНиП [9].

Конструкции обладают ***тепловой инерцией*** – способностью сохранять неизменным тепловое состояние внутренних слоев. Тепловая инерция или ***теплоустойчивость*** тем выше, чем толще и плотнее материал стены.

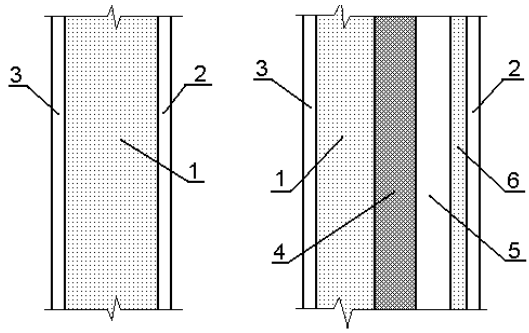
Плотные материалы лучше противостоят диффузии влаги внутрь конструкции как со стороны помещения, так и с внешней стороны. Однако, чем плотнее материал, тем лучше он проводит тепло. Поэтому с точки зрения теплопроводности материала предпочтительными являются *пористые* материалы. Высокой теплостойкостью отличаются замкнутые воздушные прослойки (в связи с чем использование стеклопакетов в оконных ограждениях значительно повысило теплосбережение).

Для оптимальной работы конструкции необходимо учитывать все факторы, поэтому для устройства ограждающих конструкций используют (рисунок 184):

– однослойные конструкции из легких пористых материалов с поверхностной защитой (однослойные панели из легких бетонов с поверхностной штукатуркой или облицовкой керамической плиткой; панели типа «сэндвич» из двух профилированных металлических

листов между которыми располагают эффективные утеплители типа минеральной ваты, пенопласта, пенополистирола, вспученного вермикулита и т.п.);

– многослойные конструкции, включающие плотные прочные слои, воспринимающие нагрузки и обеспечивающие влагонепроницаемость и ветрозащиту, между ними располагаются пористые материалы, обеспечивающие теплозащиту (трехслойные железобетонные панели, вентилируемые фасады).



1 – несущий слой; 2 – наружный отделочный слой; 3 – внутренний отделочный слой; 4 – утеплитель; 5 – воздушная прослойка; 6 – каркас для наружной облицовки

Рисунок 184 – Использование однослойных
и многослойных ограждающих конструкций

Нормативные требования

Расходы на отопление в России составляют около одной пятой всех потребляемых энергоресурсов. Обусловлено это не только суровостью российского климата, но и огромными теплопотерями из-за недостаточной теплозащиты ограждающих конструкций. В связи с этим Министерство строительства России, начиная с 1996 г., постепенно осуществляет ужесточение нормативных требований к термическим сопротивлениям наружных ограждений зданий и сооружений и к теплозащите зданий в целом. Требования к повыше-

нию тепловой защиты зданий и сооружений, основных потребителей энергии, являются важным объектом государственного регулирования в большинстве стран мира. Эти требования рассматриваются также с точки зрения охраны окружающей среды, рационального использования невозобновляемых природных ресурсов и уменьшения влияния «парникового» эффекта и сокращения выделений двуокиси углерода и других вредных веществ в атмосферу.

Новый СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [9] принят и введен в действие с 01 октября 2003 г. постановлением Госстроя России № 113 от 26.06.2003 г. Данные строительные нормы и правила устанавливают требования к тепловой защите зданий в целях экономии энергии при обеспечении санитарно-гигиенических и оптимальных параметров микроклимата помещений и долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений. Одновременно с созданием эффективной тепловой защиты, в соответствии с другими нормативными документами принимаются меры по повышению эффективности инженерного оборудования зданий, снижению потерь энергии при ее выработке и транспортировке, а также по сокращению расхода тепловой и электрической энергии путем автоматического управления и регулирования оборудования и инженерных систем в целом.

Нормы по тепловой защите зданий гармонизированы с аналогичными зарубежными нормами развитых стран. Эти нормы содержат минимальные требования, и строительство многих зданий может быть выполнено на экономической основе с существенно более высокими показателями тепловой защиты.

Строительными нормами и правилами установлены **три показателя тепловой защиты здания:**

а) *приведенное сопротивление* теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания, которое должно быть больше требуемого сопротивления теплопередаче;

б) *санитарно-гигиенический*, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) *удельный расход тепловой энергии* на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей «**а**» и «**б**» либо «**б**» и «**в**». В зданиях производственного назначения необходимо соблюдать требования показателей «**а**» и «**б**».

Для выполнения расчета следует использовать методы, приведенные в Своде правил по проектированию и строительству [10].

Методика проектирования тепловой защиты зданий

1. Определяется требуемое нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_{req}, м^2·°С/Вт, по таблице СНиП в зависимости от градусо-суток района строительства D_d, °С·сут.

Градусо-сутки отопительного периода D_d, °С·сут, определяют по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht}, \quad (6)$$

где t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий: для жилых зданий в интервале 20 – 22 °С, для общественных зданий в интервале 16 – 21 °С, для промышленных зданий – по нормам проектирования соответствующих зданий;

t_{ht}, z_{ht} – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по [8, таблица 1] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С – в остальных случаях.

2. Проверяется соответствие приведенного сопротивления конструкции R_o, м^2·°С/Вт, нормируемому значению.

а) для расчета термического сопротивления необходимо определить условия эксплуатации конструкции в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства, и установить расчетные теплотехнические показатели строительных материалов слоев.

В зависимости от географического положения пункта строительства определяется зона влажности (влажная, нормальная, сухая). Затем по [9, таблица 1] определяется влажностный режим помещения. По [9, таблица 2] устанавливаем условия эксплуатации конструкции А или Б для выбора расчетного коэффициента теплопроводности материала слоев конструкции по [10, таблица Д.1].

б) по формуле (1) с учетом толщин слоев определяем термическое сопротивление каждого слоя, и затем по формуле (2) находим общее термическое сопротивление конструкции.

Величину коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций принимают в соответствии с [9, таблица 7].

Значение коэффициента теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода принимают в соответствии с [10, таблица 8].

3. В соответствии с [9, раздел 5] наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять нормируемому сопротивлению теплопередаче R_{req} для однородных конструкций наружного ограждения – по R_o, для неоднородных конструкций – по приведенному сопротивлению теплопередаче R_o^r; при этом должно соблюдаться условие R_o (или R_o^r) $\geq R_{req}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^r, м^2·°С/Вт, для наружных стен следует определять согласно [9] для фасада здания либо для одного промежуточного этажа. Однако этот расчет достаточно сложен, так как требует учета всех изменений фасада здания и всех теплопроводных включений ограждения. В связи с этим, можно принимать коэффициент теплотехнической однородности r не менее

величин, установленных для определенных конструкций зданий [10, таблица 6] и в зависимости от толщины кирпичных стен – не менее 0,74 при толщине стены 510 мм, 0,69 – при толщине стены 640 мм и 0,64 – при толщине стены 780 мм.

Соответственно приведенное сопротивление теплопередаче неоднородной конструкции можно определять по формуле:

$$R_o^r = R_o \cdot r \qquad (7)$$

Если условие R_o (или R_o^r) $\geq R_{req}$ соблюдается, это означает, что конструкция удовлетворяет условию «**а**» [9] (отклонение в большую сторону должно составлять не более 5 – 10 % из условий экономичности).

4. Наружные ограждающие конструкции должны удовлетворять требованию, по которому расчетный температурный перепад Δt_0 не должен превышать нормируемых величин Δt_n, установленных [9, таблица 5]. Расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции определяется по формуле (8):

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_o^r \alpha_{\text{int}}}, \qquad (8)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в [9, таблица 6];

t_{int} – то же, что и в формуле (5);

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [8, таблица 1].

R_o^r – то же, что и в формуле (7);

α_{int} – то же, что и в формуле (5).

Полученная величина Δt_0 должна быть не более нормируемого температурного перепада Δt_n. Если $\Delta t_0 < \Delta t_n$, то условие «**б**» [9] так-

же выполняется, и такая конструкция стены удовлетворяет требованиям тепловой защиты зданий.

Мостики холода

Тепловая защита будет недостаточно эффективной, если не учитывать возникающие в местах сопряжения конструкций изменения температурных кривых. Если многослойные стеновые панели в основной толще содержат утеплитель, то по периметру – в местах их соединения с другими стеновыми панелями (наружными и внутренними) и перекрытиями и балконными плитами они полностью выполняются из бетона. Кирпичные стены с эффективной кладкой также в этой части не содержат утеплителя, так как на передний план выходят задачи восприятия нагрузок от плит перекрытия и балконных. В результате в местах сопряжения конструкций тепловой поток изменяется и внутрь помещений проникают холодные температуры. Такие места называются «мостики холода» (рисунок 185).

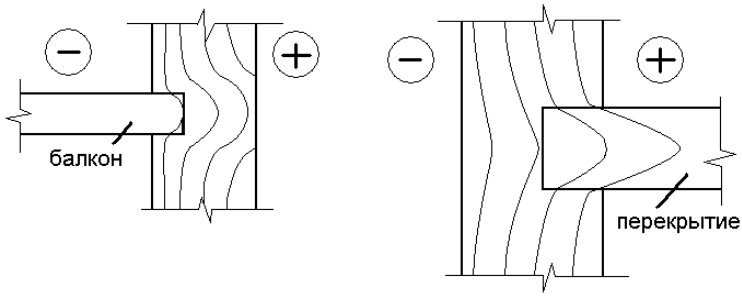


Рисунок 185 – Изменение температурных кривых внутри стеновых конструкций в местах образования «мостиков холода»

Для предотвращения промерзания здания в швах ограждающих конструкций в составе шва предусматриваются термовкладыши из эффективных утепляющих материалов – минеральной ваты, полимерных утеплителей типа пенополистирола (рисунок 186). Помимо этого, защитой от промерзания может послужить использование утепления снаружи несущих конструкций фасадов, например, вен-

тилируемый фасад. При таком способе теплозащиты стен утеплитель крепится по всей высоте фасада, что исключает образование «мостиков холода».

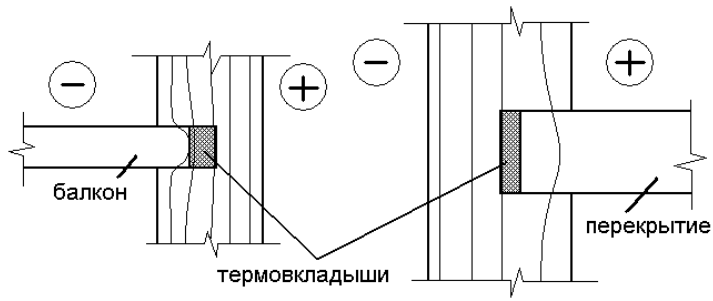


Рисунок 186 – Изменение температурных кривых при использовании термовкладышей в местах образования «мостиков холода»

Строительная светотехника

Основные положения

Одной из задач, стоящих перед архитектором при формировании того или иного строительного объекта, является обеспечение оптимального светового режима или светового комфорта проектируемых помещений. Это имеет значение не только для создания нормальных условий труда и быта людей, но и психофизического состояния человека.

Естественное освещение влияет на архитектурно-художественные качества зданий и сооружений, их архитектурную выразительность. Световые проемы – один из основных элементов, определяющих как фасадное решение зданий, так и оформление интерьеров.

Кроме того, правильный выбор размеров оконных проемов имеет большое технико-экономическое значение. Заполнение проемов и светотехнические устройства имеют относительно высокую стоимость, а также с ними связаны высокие эксплуатационные расходы. Оконные проемы имеют значительно меньшее сопротивление теплопередаче, по сравнению со стенами, соответственно их увели-

чение одновременно вызывает рост расходов на отопление зданий в зимний период. Применение сплошного остекления часто вызывает ухудшение состояния воздушной среды помещений в результате перегрева их в летний период и холодной радиации от остекленных поверхностей зимой.

Итак, при проектировании зданий и сооружений необходимо обеспечить необходимое естественное освещение всех помещений, где предполагается длительное пребывание людей. При этом к естественному освещению помещений предъявляются следующие требования:

– равномерность;

– обеспечение требуемой освещенности рабочих поверхностей;

– устранение слепящего действия прямого и отраженного света;

– обеспечение необходимой яркости окружающего пространства за счет достаточного уровня освещенности и цветовой отделки помещений.

Исследование условий, определяющих создание оптимального светового режима, соответствующего функциональным процессам помещений, а также разработка соответствующих архитектурных и конструктивных решений зданий – задачи строительной светотехники. Для обеспечения оптимального светового режима используются:

– архитектурно-конструктивные средства: размеры, расположение светопроемов, специальные конструкции для освещения (фонари на крышах зданий), светопропускающие материалы;

– инженерно-технические средства: сети и приборы освещения.

Освещение в помещениях может быть ***естественным, искусственным и совмещенным***. Источником естественного освещения служит прямой и отраженный солнечный свет, рассеянный свет небосвода. Источниками искусственного освещения служат различные электрические лампы (накаливания, люминесцентные и т.д.). При совмещенном освещении используется одновременно естественный и электрический свет.

Понятие о световом климате

Световой климат местности характеризует комплекс показателей ресурсов природной световой энергии. Естественное освещение земной поверхности создается лучистой энергией солнца и зависит от солнечности климата. Земной поверхности достигает лишь часть солнечной радиации (рисунок 187). Освещенность земной поверхности будет складываться из освещенности от прямого света солнца, диффузного света небосвода и отраженного света от земли и наземных объектов.

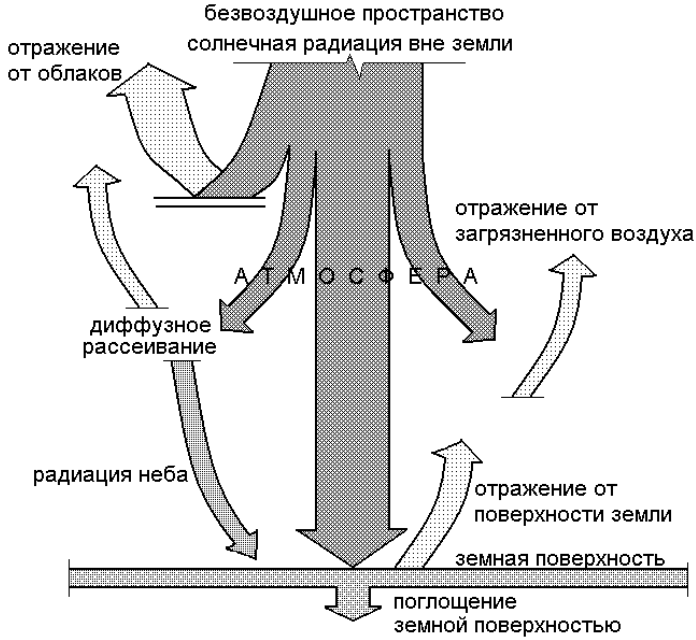


Рисунок 187 – Схема солнечной радиации земной поверхности

Естественная освещенность поверхности земли меняется в очень широких пределах в зависимости от широтного положения, погодных условий, времени суток, времени года, снегового покрова и т.п. Территория РФ делится на пять поясов по световому климату. Это районирование учитывается при проектировании.

Естественное освещение

Освещенность ***E*** поверхности представляет собой отношение падающего светового потока к площади освещенной поверхности. В помещении освещенность измеряется в люксах.

$$E = \frac{\Phi}{S}\ , \qquad 1\ \text{лк} = \frac{1 лм}{1_м^2}\ ; \tag{9}$$

где Φ – световой поток, $\Phi = I^*\omega$, (люмен) – 1 лм – световой поток, испускаемый точечным источником света при силе света (I) в 1 кд (кандела) в телесном угле (ω) в 1 ср (стерадиан).

S – площадь освещаемой поверхности, м^2.

Так как источником света является небосвод, яркость отдельных точек которого изменяется в значительных пределах, и, кроме того, зависит от положения солнца на небосводе, степени прозрачности атмосферы, облачности и многих других факторов, установить степень естественной освещенности в помещении в абсолютных единицах (лк) невозможно. Для оценки степени естественной освещенности помещений используется относительная величина – **коэффициент естественной освещенности** (КЕО).

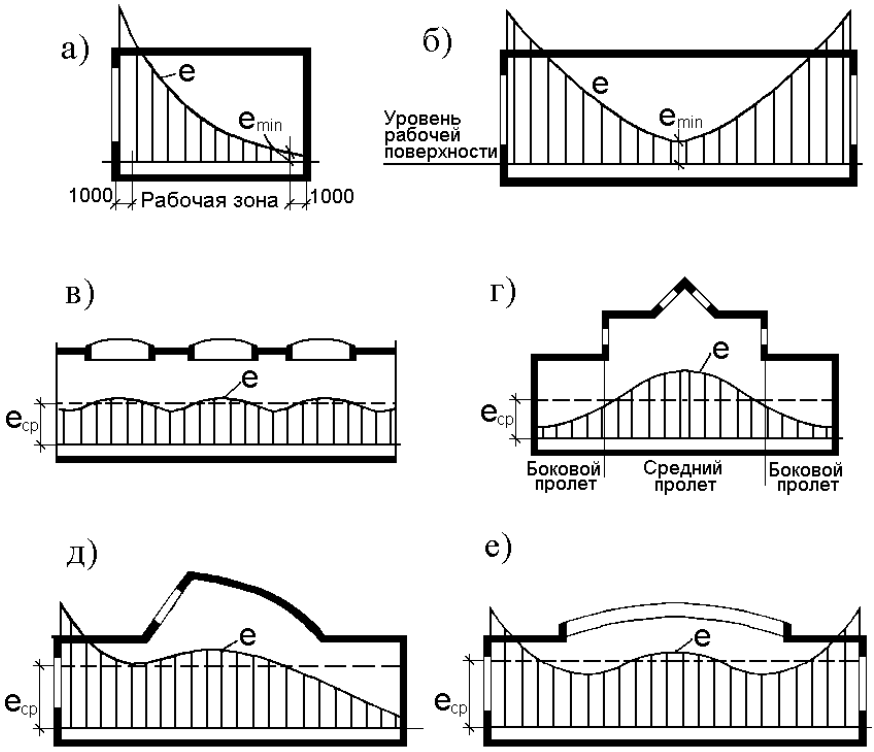
Коэффициент естественной освещенности e_M – есть отношение «внутренней» естественной освещенности E_B, создаваемой в точке М заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или отраженным), к одновременной наружной горизонтальной освещенности E_H, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$e_M = \frac{E_B}{E_H} 100\ \%. \tag{10}$$

Таким образом, КЕО показывает, какую часть, в процентах, составляет освещенность в данной точке внутри помещений по отношению к открытой горизонтальной площадке в тот же момент времени.

Естественное освещение подразделяется на ***боковое*** – через проемы (окна) в боковых стенах, ***верхнее*** – через проемы в покрытии (фонари) и ***комбинированное*** (верхнее и боковое). Боковое, верхнее

и комбинированное освещение может быть односторонним и двухсторонним (рисунок 188).



а – боковое одностороннее освещение; б – боковое двухстороннее; в – верхнее; г – верхнее двухстороннее; д – комбинированное одностороннее; е – комбинированное двухстороннее

Рисунок 188 – Системы естественного освещения и характерные кривые освещенности

В помещениях с верхним или комбинированным освещением нормируется средняя освещенность по всей площади помещения. В помещениях при одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на

пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двухстороннем боковом освещении – в точке посередине помещения. Для больших по размеру помещений увеличение освещенности в точке, наиболее удаленной от оконных проемов, можно получить путем использования высоко расположенных проемов, так как световая активность таких окон выше (рисунок 189).

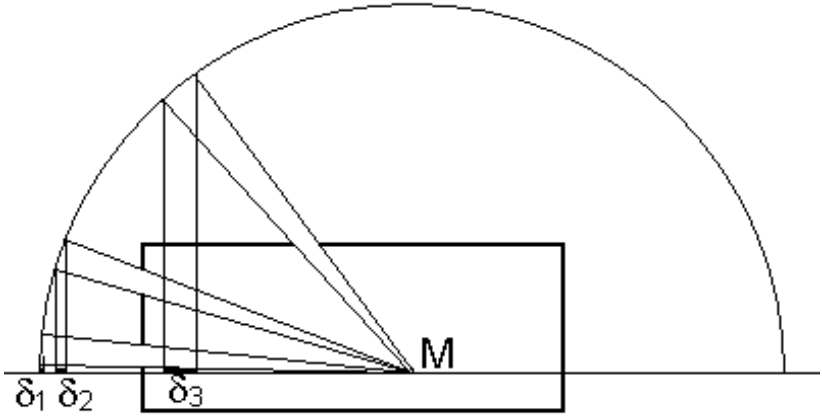


Рисунок 189 – Оценка относительной световой активности одинаковых светопроемов в зависимости от их положения

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» [11] нормирует КЕО в различных помещениях. Нормы определяются в зависимости от назначения помещения и крупности различаемых объектов. При нахождении расчетного КЕО используют метод Данилюка определения геометрического КЕО с помощью специальных графиков для определения количества лучей света, попадающих в расчетную точку через оконные проемы и световые фонари в покрытии. Используется три вида графиков (рисунки 190 – 193). Первый и второй используются для расчета количества лучей, попадающих в расчетную точку при боковом освещении, третий и второй – при верхнем фонарном освещении.

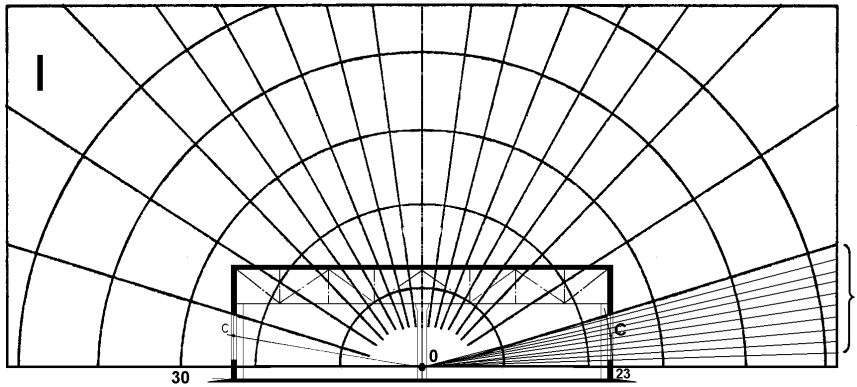


Рисунок 190 – Определение количества световых лучей в расчетной точке по характерному разрезу по I графику Данилюка

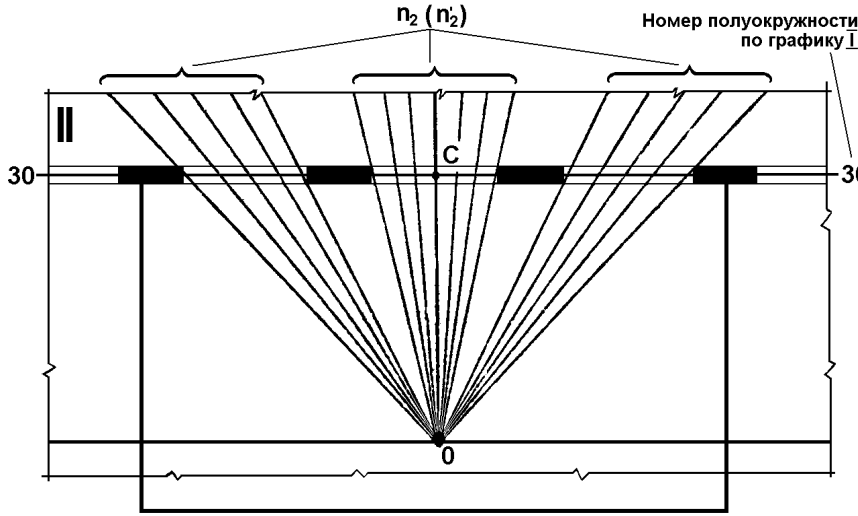


Рисунок 191 – Определение количества световых лучей при боковом освещении в расчетной точке на плане здания
по II графику Данилюка

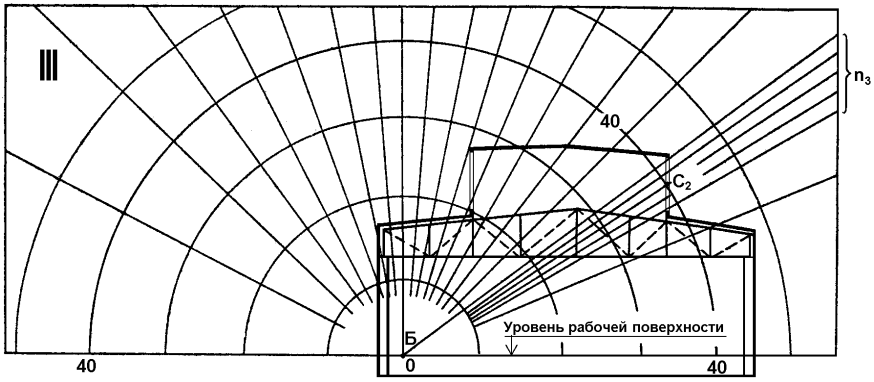


Рисунок 192 – Определение количества лучей через фонарные проемы в расчетной точке по характерному разрезу по III графику Данилюка

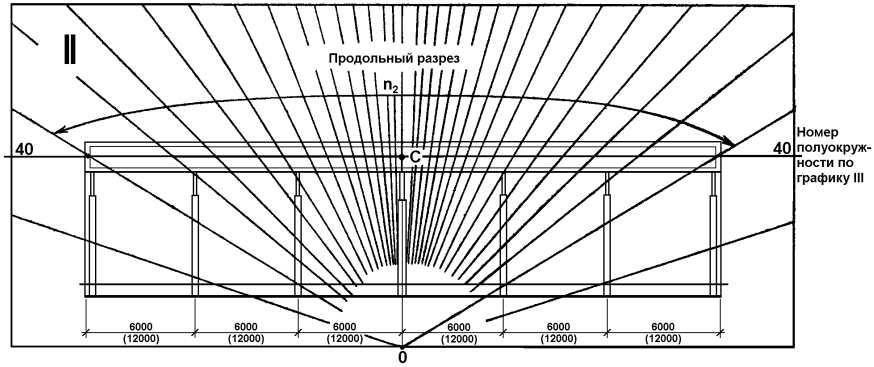


Рисунок 193 – Определение количества световых лучей, проходящих через световые проемы при верхнем освещении, по II графику Данилюка

Освещенность внутри помещений зависит от многих характеристик заполнителей световых проемов, объемно-планировочных параметров и характера отделки самого помещения. Различные виды светопропускающего материала, материала и конструкций переплетов, наличие светозащитных устройств, высота окна над рабочей поверх-

ностью, цвет окраски стен, пола и потолка – все это в значительной степени сказывается на количестве света в каждой точке, равно как и габариты помещений в целом. Поэтому расчет естественной освещенности внутри помещений ведется в несколько этапов – предварительная «прикидка» размеров оконного и фонарного заполнения, проверка освещенности при принятых параметрах проемов, корректировка их в зависимости от полученного результата проверки и повторный расчет освещенности методом Данилюка. В некоторых случаях цикл может повторяться несколько раз.

Порядок расчета естественной освещенности:

1). определение нормативного КЕО $e_н$ в зависимости от района строительства, типа помещения, размера объекта различения;

2). предварительное определение требуемой площади световых проемов в зависимости от $e_н$, площади пола помещения, параметров окон, степени отражения света внутренними поверхностями помещения, положения здания относительно соседних (с учетом затененности от рядом расположенных зданий и сооружений);

3). подбор конкретных размеров и конструкций заполнения оконных проемов (при боковом освещении) и фонарей (при верхнем и совмещенном освещении);

4). определение геометрического КЕО для каждой расчетной точки и проверка проектной освещенности в соответствии с подобранными конструкциями и размерами оконного заполнения, сравнение ее с нормативной;

5). внесение необходимых поправок и повторная проверка до получения требуемого результата (отклонение в пределах 5 – 10 %).

Для небольших помещений гражданских зданий (жилых комнат, кухонь, офисов, кабинетов и т.п.) светотехнический расчет можно ограничить определением размеров окон по отношению к площади пола из соотношений:

– для помещений ориентированных на юго-восток, юг – 1/10;

– на восток, северо-восток, север – 1/5 – 1/8;

– западная и юго-западная ориентация не рекомендуется.

Искусственное и совмещенное освещение

Искусственное освещение используется в помещениях, не имеющих оконных проемов (в жилых домах это прихожие, санузлы, кладовые), либо в помещениях, требующих определенного спектрального состава искусственного света (например, фотостудии и фотолаборатории). СНиП [11] регламентирует степень освещенности, спектральный состав световых источников и т.п.

Совмещенное освещение используется в различных помещениях с целью дополнительного освещения рабочих мест, для акцентированного освещения, для создания специфического цветового эффекта (театры, концертные и выставочные залы…).

Подбор источников искусственного света осуществляется на основе требований СНиП [11] в соответствии с параметрами различных ламп (накаливания, ртутных, люминесцентных и т.д.).

Инсоляция

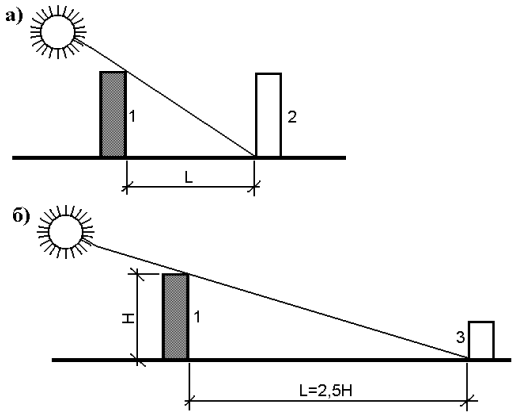
Инсоляция – облучение прямыми солнечными лучами зданий, помещений и территории, оказывающее световое, ультрафиолетовое и тепловое (радиационное) воздействие. Световое и ультрафиолетовое облучение оказывает укрепляющее психофизическое воздействие на человека и бактерицидное воздействие на микроорганизмы во внутреннем пространстве зданий, оздоровляя его.

Инсолирование помещений жилых домов и дворовых территорий нормируется СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» [14].

Для территорий, расположенных в средней широтной зоне (от 48° до 58° северной широты), продолжительность непрерывной инсоляции должна быть не менее 2,5 часов в сутки в период с 22 марта по 22 сентября. Для северных территорий – 3 часа в сутки в период с 22 апреля по 22 августа, для южных – 2 часа в сутки в период с 22 февраля по 22 октября.

Если непрерывность не соблюдается, то возможно однократное прерывание инсоляции при условии увеличения общей ее продолжительности на 0,5 часа. Помещения и территории детских садов и яслей, школ и лечебных учреждений должны иметь непрерывную инсоляцию не менее 3 часов независимо от широтного положения.

Для обеспечения необходимой продолжительности инсоляции имеет значение расстановка зданий на местности и соблюдение необходимых разрывов между зданиями. Соседние корпуса должны располагаться на расстояниях, необходимых для обеспечения попадания прямых солнечных лучей в первые этажи противостоящих зданий (рисунок 194). Чем севернее расположена местность строительства, тем больше должно быть расстояние, так как подъем солнца над горизонтом меньше.



1 – затеняющее здание;
2 – затеняемое здание;
3 – детский сад

а – взаимное расположение зданий;
б – расстояние между затеняющим зданием и детским садом

Рисунок 194 – Схема взаимного расположения зданий по условиям инсоляции

Инсоляции помещений и территорий уделяется все большее внимание, так как облучение прямыми солнечными лучами имеет большое санитарно-гигиеническое значение. Поэтому при проектировании выполняются инсоляционные расчеты, обосновывающие расстояния между жилыми корпусами и общественными зданиями с учетом обеспечения инсоляции не только внутренних помещений, но и дворовых территорий. При разработке общих планировочных проектов расположения зданий на местности для большей части территории России расстояния между зданиями можно принимать в соответствии с таблицей 2.

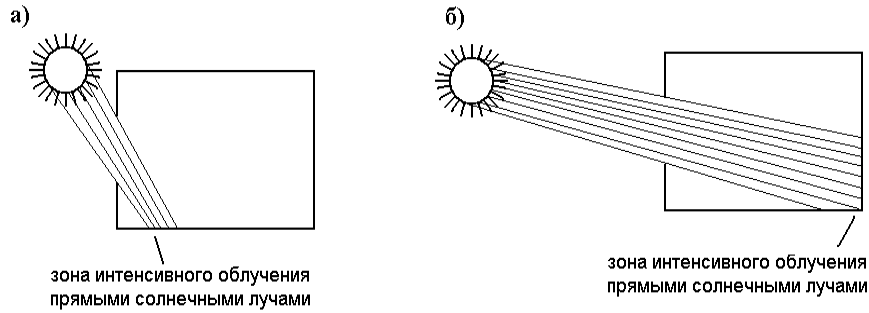
Таблица 2 – Расстояния между жилыми и общественными зданиями в зависимости от этажности затеняющего здания

Расстояния нормируемые	Расстояния, м, при количестве этажей			
	2... 4	5	9	16
Между длинными сторонами зданий	20	30	48	80
Между длинными сторонами и торцами зданий (с окнами из жилых комнат)	12	15	24	45
Между торцами зданий без окон	По нормам противопожарных расстояний			
Между зданиями башенного типа при расположении их на одной оси	-	-	36	60

Помещения жилых квартир должны получать прямое солнечное воздействие в течение того же интервала времени в двух и более комнатных квартирах как минимум одного помещения комнаты или кухни. В однокомнатных квартирах допускается ориентация помещений, исключающая инсоляцию квартиры.

Инсоляции может сопутствовать перегрев помещений вследствие радиации при неправильной ориентации помещений по сторонам света (рисунок 195). Поэтому следует при «посадке» зданий на местности учитывать, какие помещения оказываются ориентированными на неблагоприятные стороны света. Для спальных помещений рекомендуется ориентация окон на северную, северо-восточную, северо-западную, восточную, юго-восточную и южную стороны горизонта. Юго-западная ориентация способствует перегреву помещений во второй половине дня, когда летнее солнце наиболее агрессивно и расположено ниже к горизонту по сравнению с серединой дня. Поэтому на юго-запад могут быть сориентированы помещения дневного пребывания – кухни и общие комнаты. Для спален, выходящих окнами на юго-запад, требуются специальные солнцезащитные устройства. Утомляющее слепящее действие солнечных лучей из-за прямой

и отраженной блесткости ограждений и оборудования также должно быть исключено.

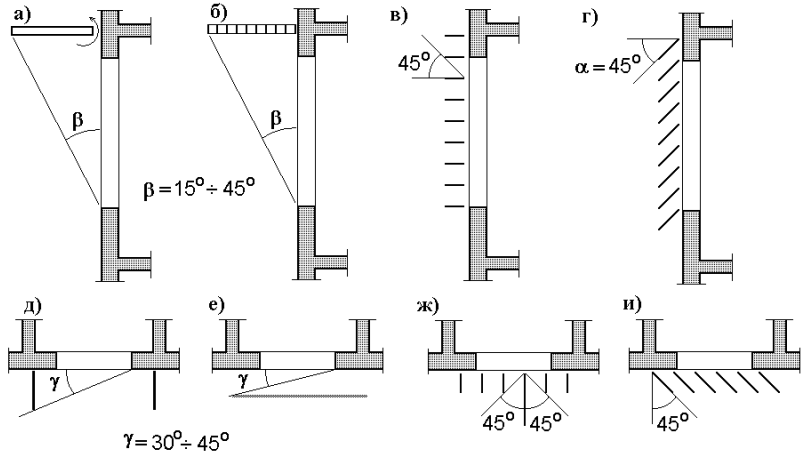


а – помещения, ориентированные на юг – облучение прямыми солнечными лучами в середине дня небольшой зоны вблизи окна; б – помещения, ориентированные на запад и юго-запад – облучение практически всего помещения вечерним перегретым солнцем

Рисунок 195 – Облучение помещений в зависимости от ориентации по сторонам света

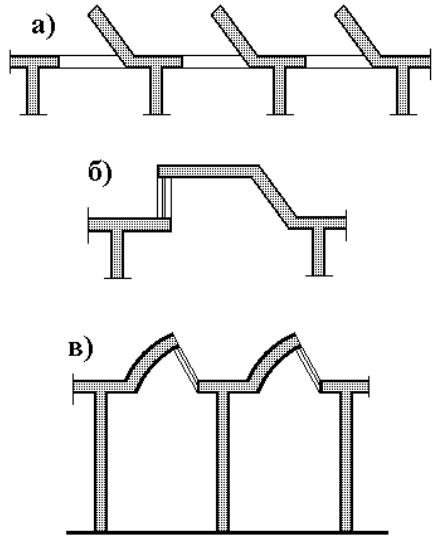
Для ограничения теплового и слепящего воздействия прямых солнечных лучей используются различные солнцезащитные устройства (рисунок 196). Солнцезащитные устройства проектируют стационарными и регулируемыми. Стационарные устройства – сплошные и решетчатые козырьки, стенки-экраны (солнцеломы), сотообразные экраны. Регулируемые – горизонтальные и вертикальные жалюзийные решетки.

Помимо специальных устройств, используются особые конструктивные решения для защиты от солнечной радиации – эркеры, пилообразное очертание наружных стен в плане, шедовые покрытия с фонарями, вентилируемые наружные ограждения (рисунок 197).



а – сплошные горизонтальные козырьки; б – решетчатые козырьки, жалюзи стационарные и регулируемые: в, г – горизонтальные, ж, и – вертикальные; д – вертикальные экраны «солнцеломы»; е – сотообразные экраны (параллельные решетчатые стены)

Рисунок 196 – Солнцезащитные устройства



а – пилообразное очертание наружных стен в плане;
б – односторонняя (северо-восточная, восточная, юго-восточная) ориентация остекления эркеров;
в – шедовые покрытия (фонари) с северо-восточной, восточной и юго-восточной ориентацией

Рисунок 197 – Объемно-планировочные и конструктивные приемы защиты помещений от солнечной радиации

Звукоизоляция помещений

Распространение звука. Общие положения

Одной из важнейших функций ограждающих конструкций зданий и сооружений является защита зданий от шума.

Частота колебаний частиц воздуха, при которой у человека возникает ощущение звука находится в диапазоне 16 – 20 000 Гц. Колебания с частотой менее 16 Гц называются инфразвуком, с частотой более 20 000 Гц – ультразвуком, слухом человека такие колебания не воспринимаются, однако на организм воздействие оказывают. Ультразвуковые колебания в меньшей, а инфразвуки в большей степени влияют на психологическое состояние человека. Инфразвук может вызывать состояние тревоги, раздражения и даже паники.

Сила звука (интенсивность) I определяет количество звуковой энергии, поступающей в 1 секунду на 1 $м^2$ площади, перпендикулярной направлению распространения звука. Измеряется в $Вт/м^2$, либо в $эрг/см^2$ (1 $Вт/м^2$ = 1000 $эрг/см^2$). Ухо человека оценивает не абсолютные, а относительные изменения звукового давления (силы звука). Для этого используются относительные единицы – дБ (децибелы). Пороговая сила звука, воспринимаемая человеком, $I_0 = 10^{-12} Вт/м^2$. Уровень силы звука, определяемый в дБ, рассчитывается как

$$L = 10 \lg (I/I_0) \text{ [дБ]}. \qquad (11)$$

Диапазон слышимых звуков составляет от 0 до 120 дБ. Уровень звука выше 120 дБ превышает болевой порог. (Необходимо также учитывать, что для различных звуковых частот уровень силы звука воспринимается человеком по-разному, так звук частотой 1000 Гц и уровнем силы звука 50 дБ будет восприниматься равногромким звуку частотой 50 Гц и уровнем силы звука 70 дБ.)

Основные виды шумов в здании:

– ***воздушные*** – воздействия звуковых волн – большая часть их отражается поверхностями, остальная проходит через трещины, неплотности и вызывает незначительные мембранные колебания кон-

струкций;

– ***ударные*** – возникающие при ходьбе, ударных воздействиях на конструкции – вызывают мембранные колебания самих конструкций.

Пути передачи звуков от источника в изолируемое помещение могут быть ***прямыми*** и ***косвенными*** (обходными) (рисунок 198). Прямой шум – шум из источника звука и от конструкции, на которую непосредственно оказывается воздействие (например, ударное). Косвенный шум передается через все смежные конструкции. Такой шум, распространяющийся по смежным конструкциям, часто называют ***структурным***.

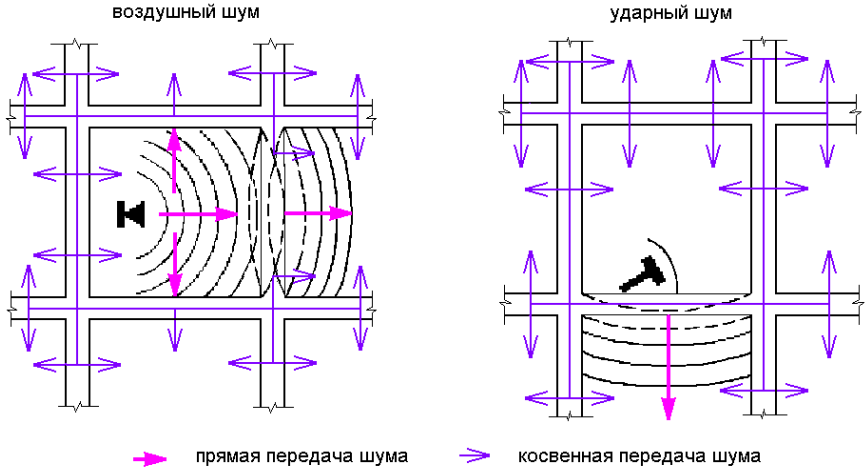


Рисунок 198 – Распространение шума в здании

Защита от шума

Причинами возникновения шума в зданиях могут быть как внутренние, так и внешние источники. К ***внутренним*** источникам шума относятся инженерное и санитарно-техническое оборудование (водопровод и санитарно-гигиеническое оборудование; бытовые приборы – холодильники, стиральные машины, чайники; лифты и

т.п.), а также люди. ***Внешние*** источники шума – транспорт, промышленные предприятия, уличный шум (разговор, радио и пр.).

Для борьбы с шумом используются следующие методы:

– борьба в источнике возникновения шума;

– звукопоглощение;

– звукоизоляция.

Наиболее радикальный метод – борьба в источнике возникновения шума. Однако, это не всегда возможно, и чаще всего не входит в компетенции строителей.

Борьба путем звукопоглощения основывается на том, что часть звуковой энергии поглощается в материале ограждающих конструкций. Отношение поглощенной звуковой энергии к падающей называется коэффициентом звукопоглощения α.

$$\alpha = E_{погл}/E_{пад}. \quad (12)$$

Однако, за счет звукопоглощения удается понизить уровень шума всего на 6 – 8 дБ. Значительно более эффективной является звукоизоляция.

Отношение звуковой энергии, прошедшей через конструкцию, к энергии, падающей на нее, называется коэффициентом звукопередачи τ.

При τ = 0,01 величина изоляции воздушного шума R = 20 дБ. Такую незначительную изоляцию имеют межкомнатные двери. Для обеспечения достаточно высокой изоляции (порядка 50 дБ – для межквартирных стен и междуэтажных перекрытий) необходимо иметь коэффициент звукопередачи порядка τ = 0,00001.

Ограждающие конструкции делятся на ***акустически однородные*** (состоящие из одного материала либо из нескольких жестко связанных между собой) и ***многослойные*** – акустически неоднородные.

Общая схема прохождения звуковой энергии через акустически однородную конструкцию показана на рисунке 199.

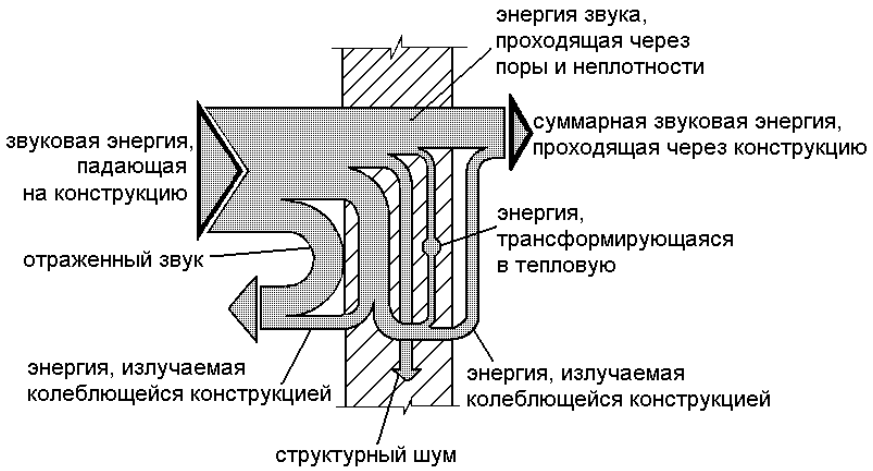


Рисунок 199 – Прохождение звуковой энергии через конструкцию

Основная часть звуковой энергии, проходящей через конструкцию, это энергия, проходящая через ее поры и неплотности. Очень важной является тщательная заделка стыков элементов конструкций. К тому же, чем более плотный материал используется для ограждающих конструкций, тем меньшая доля воздушной звуковой энергии проходит через нее. Однако, использование очень плотных (и соответственно, тяжелых) конструкций для изоляции от воздушных шумов, во-первых, является экономически невыгодным (утяжеляет здание в целом и увеличивает нагрузки на несущие конструкции); и, во-вторых, не позволяет обеспечить должную изоляцию от ударных воздействий, которые лучше передаются через материалы с высокой плотностью.

Поэтому, наиболее целесообразным является использование многослойных конструкций, включающих звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы (коэффициент звукопоглощения не менее 0,2, динамический модуль упругости не более 15 Мпа).

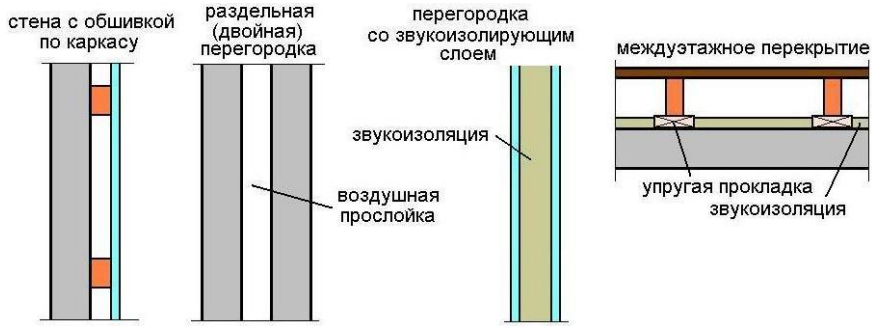


Рисунок 200 – Схемы акустически неоднородных конструкций

Каждый слой не только поглощает, но и отражает часть звуковой энергии, прошедшей через предыдущие. Таким образом можно достичь значительных показателей звукоизоляции перегородок и междуэтажных перекрытий при относительно небольших толщинах и массе последних (рисунок 200).

Нормируемыми параметрами звукоизоляции ограждающих конструкций (перекрытий, стен и перегородок) зданий и помещений являются: индекс ***изоляции воздушного шума*** $\boldsymbol{R_W}$, дБ и индекс ***приведенного ударного шума*** $\boldsymbol{L_{nW}}$, дБ. Нормирование осуществляется согласно СНиП 23-03-2003 «Защита от шума и акустика» [12]. СНиП устанавливает различные нормы звукоизоляции в зависимости от категории помещений:

- категория **А** – высококомфортные условия;
- категория **Б** – комфортные условия;
- категория **В** – предельно допустимые условия.

Уровень защиты для категории **А** в жилых зданиях с различным набором соседних помещений (магазины, кафе, спортзалы и т.п.) устанавливается по воздушным шумам $\boldsymbol{R_W}$ в диапазоне 43 – 60 дБ, для категории **Б** 45 – 60 дБ, для категории **В** 47 – 62 дБ; по ударным шумам $\boldsymbol{L_{nW}}$ для категории **А** 55 – 63 дБ, для категории **Б** 58 – 66 дБ, для категории **В** 58 – 68 дБ.

Мероприятия по борьбе со звуковыми колебаниями:

1). тщательная заделка стыков, мест сопряжения перекрытий и перегородок с другими конструкциями;

2). увеличение массы конструкций (для борьбы с ударными шумами) – неэкономично;

3). использование многослойных конструкций – т.к. на границе двух смежных сред энергия звуковых волн уменьшается за счет отражения от поверхности каждого слоя;

4). использование специальных элементов в составе конструкций и узлов для гашения ударных шумов до их распространения в несущих конструкциях: упругие прокладки, упругие основания для конструкции пола; использование подвесных потолков.

Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте задачу строительной климатологии.
2. Какие климатические параметры влияют на архитектурно-конструктивное решение зданий?
3. Расскажите о климатическом районировании территории нашей страны.
4. Какие особенности архитектурно-конструктивных решений характерны для зданий, строящихся в условиях Крайнего Севера, жаркого климата, сейсмоопасных районов…?
5. Какие виды воздействий на стены вы можете назвать? На что они влияют?
6. Какая область строительных знаний учитывает несиловые влияния при проектировании конструкций?
7. Как изменяется температурный график от положительной температуры внутри помещения до отрицательной (в зимнее время) снаружи при прохождении через ограждающую конструкцию?
8. Как определяется термическое сопротивление однородного слоя ограждающей конструкции? От каких свойств и параметров слоя оно зависит?
9. Из чего складывается общее сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции?

10. Что такое тепловая инерция? Как она зависит от толщины и плотности материала конструкции?
11. Какие материалы, плотные или пористые, предпочтительно использовать для наружных ограждающих конструкций и почему?
12. Какой документ определяет нормативные требования по тепловой защите зданий?
13. Какие показатели тепловой защиты здания устанавливаются нормативами?
14. В зависимости от чего определяется требуемое сопротивление конструкции теплопередаче?
15. Влияет ли на термическое сопротивление конструкции ее однородность?
16. Что такое «мостики холода»?
17. Какие конструктивные решения сопряжений конструкций используют для предотвращения промерзания в местах стыков?
18. Какие требования предъявляются к естественному освещению?
19. Какие средства используются для обеспечения оптимального светового режима помещений?
20. Из чего складывается освещенность земной поверхности? Вся ли солнечная радиация достигает поверхности земли?
21. От каких параметров зависит освещение в конкретной точке земной поверхности?
22. Возможно ли нормирование естественной освещенности внутри помещений в абсолютных единицах? Какой показатель используется для установления норматива освещенности?
23. Какие виды естественного освещения помещений вы можете перечислить?
24. Приведите схемы характерных кривых освещенности помещений при одностороннем боковом освещении, при верхнем двухстороннем освещении, при комбинированном одностороннем…
25. Какой метод используется для определения естественной освещенности помещений?
26. Приведите порядок выполнения светотехнического расчета.

27. Как изменяются размеры оконных проемов в зависимости от ориентации помещения по сторонам света?
28. В каких помещениях используется только искусственное освещение?
29. Когда используется совмещенное освещение? С какой целью?
30. На основе чего определяются источники искусственного освещения?
31. Что такое инсоляция?
32. Как регламентируется продолжительность инсоляции помещений? Каким документом?
33. С помощью чего обеспечиваются инсоляционные требования?
34. Какие требования к инсоляции внутренних помещений квартир?
35. Имеет ли значение ориентация по сторонам света при «посадке» зданий на местности? Какая ориентация окон по сторонам света является желательной?
36. Как можно ограничить воздействие солнечной радиации на помещения при их неблагоприятной ориентации?
37. Какая частота колебаний воздуха воспринимается человеком как звук? Что такое ультразвук? Инфразвук?
38. Какие виды шумов в зданиях вы знаете?
39. Какие пути передачи звуков вам известны? Что такое структурный шум?
40. Какие методы борьбы с шумом вы можете назвать?
41. На какие составляющие делится звуковая энергия, попадающая на ограждающую конструкцию? Какая ее часть проходит насквозь?
42. Какие материалы, плотные или пористые, следует использовать в составе ограждающих конструкций для борьбы с шумом? Почему?
43. Какие параметры звукоизоляции нормируются Строительными Нормами и Правилами?
44. Назовите основные мероприятия по борьбе с шумом, используемые при возведении зданий. Какие из них используются чаще, какие реже и почему?

12 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Акустика

Основная задача архитектурной акустики – исследование условий, определяющих слышимость речи или музыки в помещениях, разработка архитектурно-планировочных и конструктивных решений, обеспечивающих оптимальные условия слухового восприятия.

Зрительные залы по акустическим параметрам делятся на залы с естественной акустикой и оборудованные электроакустическими системами.

Залы с естественной акустикой проектируются на основе определения распространения звуковых лучей (с учетом их отражения от поверхностей стен и потолка). На рисунке 201 показано распространение звука на схеме продольного разреза зала с балконом.

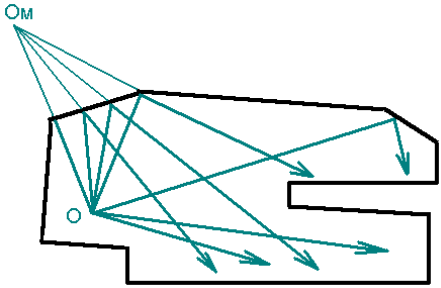


Рисунок 201 – Распространение звуковых лучей на схеме поперечного разреза зала с балконом

Акустические качества помещений характеризуются временем реверберации – время, в течение которого плотность звуковой энергии убывает в 10^6 раз после прекращения звучания источника.

Время реверберации Т можно определить по формуле:

$$T = 0{,}163\frac{V}{A_{общ}} \text{ с}, \qquad (13)$$

где V – объем помещения, $м^3$;

$А_{общ}$ – эквивалентная площадь звукопоглощения, $м^2$ (определяется при 70 %-ном заполнении зрительного зала;

$A_{общ} = \alpha_{ср} S_{общ}$ м^2;

$\alpha_{ср}$ – средний коэффициент звукопоглощения;

$S_{общ}$ – суммарная площадь ограждающих поверхностей.

Значения коэффициентов звукопоглощения для различных поверхностей, материалов и размеров зрительных залов приведены в таблице 3. Данные для определения эквивалентной площади звукопоглощения – в таблице 4.

Таблица 3 – Определение коэффициента звукопоглощения ограждающих поверхностей

Поверхности, материалы	Площадь, S, м^2	Значения коэффициента α и эквивалентной площади звукопоглощения αS, м^2, на частотах, Гц					
		125		500		2000	
		α	αS	α	αS	α	αS
Потолок и наклонная часть задней стены (штукатурка по металлической сетке)	450	0,02	9	0,06	27	0,05	22,5
Боковые стены и нижняя часть задней стены (штукатурка по кирпичу)	440	0,01	4,4	0,02	8,8	0,03	13,2
Пол, не занятый местами для зрителей	119	0,04	4,8	0,07	8,3	0,06	7,1
Проем сцены	91	0,2	18,2	0,3	27,3	0,3	27,3
Отверстие оркестровой ямы	18	0,3	5,4	0,4	7,2	0,4	7,2

Таблица 4 – Определение эквивалентной площади звукопоглощения

Слушатели, кресла	Число, n	Значения А и эквивалентной площади звукопоглощения An, м2, на частотах, Гц					
		125		500		2000	
		А	An	А	An	А	An
Сидящие зрители (70 % заполнения)	420 чел.	0,25	105	0,4	168	0,45	189
Свободные кресла (полумягкие с тканевой обивкой)	180 шт.	0,08	14,4	0,15	27	0,2	36

Единых нормативов по времени реверберации нет, поэтому для определения рекомендуемого времени для залов различного назначения в зависимости от их объема пользуются специальными графиками (рисунок 202).

1 – лекционные залы, залы вокзалов;
2 – залы многоцелевого значения средней вместимости, кинотеатры;
3 – залы драматических театров;
4 – залы театров оперы и балета;
5 – концертные залы с естественной реверберацией;
6 – концертные залы с искусственной реверберацией.

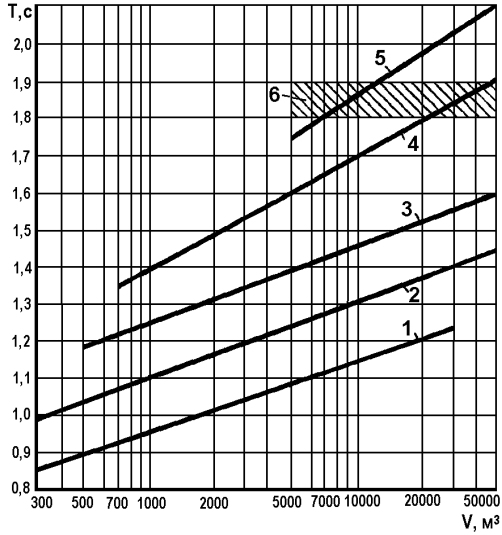


Рисунок 202 – Рекомендуемое время реверберации в залах в зависимости от их объема в диапазоне частот 500 – 2000 Гц

Так как отраженный звук, накладываясь на первоначальный, вызывает звуковые помехи, то в залах используются только ранние звуковые отражения (отставание которых составляет ничтожно малое время – не более 0,03 – 0,05 с и суммируется со звуком первоисточника). Остальные отражения должны гаситься звукопоглощающими материалами для исключения эха.

Звукопоглотители располагают на боковых стенах и потолке в тех местах, от которых отраженный звук доходит до зрителей с большим запаздыванием (рисунок 203).

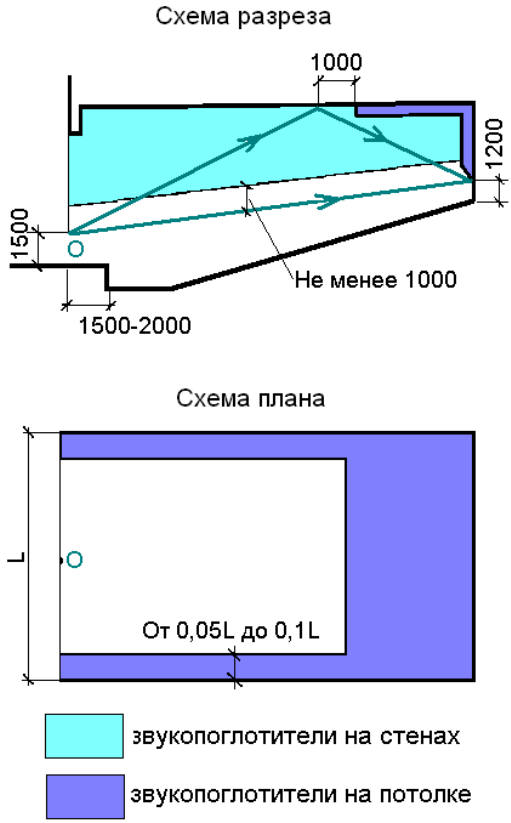


Рисунок 203 – Рекомендуемые зоны для расположения звукопоглотителей на стенах и потолке зала

На акустические свойства залов большое влияние оказывает его форма в плане и высота. При значительной высоте первые отраженные звуки не поступают в партерную часть, что увеличивает неравномерность звукового поля. Кроме того, увеличивается общий объем зала и, следовательно, время реверберации в нем. На каждого зрителя в зале объем должен составлять около 4 – 8 м^3.

В залах вместимостью более 600 зрителей целесообразно устраивать балконы, что позволяет уменьшить объем зала, его длину, улучшая акустические свойства. Отношение выноса балкона к средней высоте подбалконного пространства должно быть не более 1,5, иначе разборчивость речи под балконом ухудшается. Потолок над балконом целесообразно делать с уклоном от сцены, наклон должен гарантировать поступление отраженного звука только в заднюю часть зала (рисунок 204).

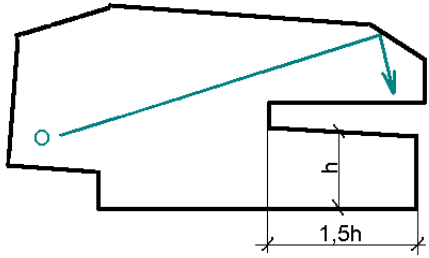


Рисунок 204 – Габариты балкона

На рисунке 205 показан процесс развития форм планов зрительного зала по законам акустики. Следует заметить, что почти идеальную акустическую форму имеет зал кинотеатра «Коммунар» в г. Новокузнецке (рисунок 206).

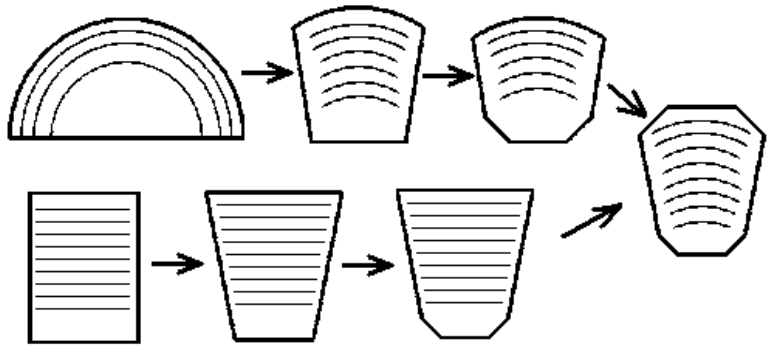


Рисунок 205 – Последовательное развитие форм планов зрительных залов

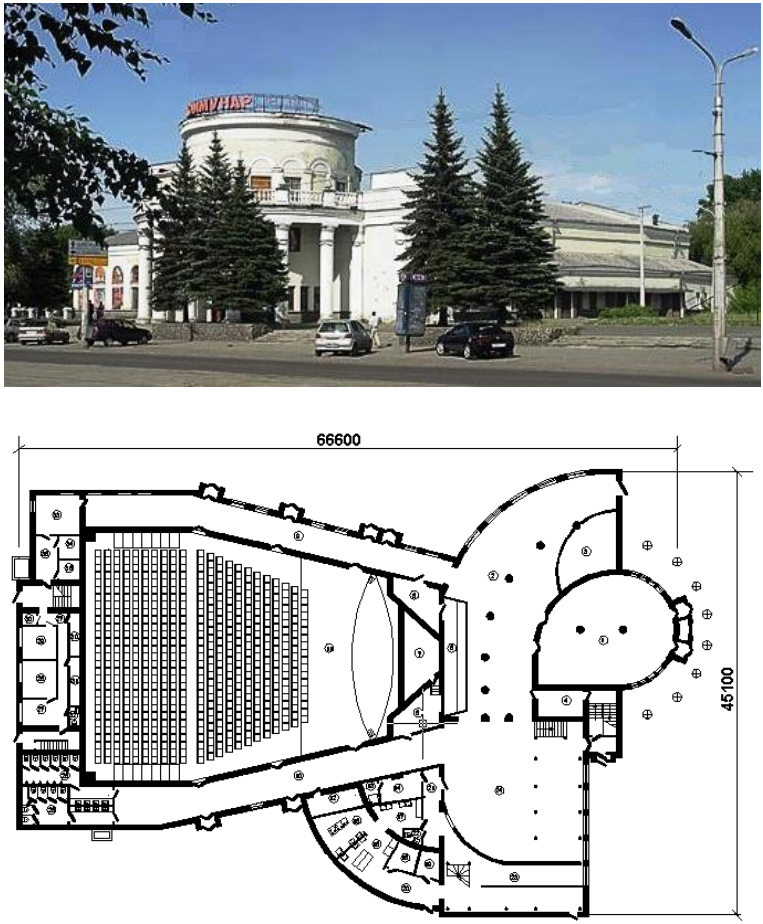


Рисунок 206 – Кинотеатр «Коммунар», г. Новокузнецк.
Фасад и план. Арх. Генрих Козель

Зрительное восприятие и видимость

Общие положения

Во многих видах общественных зданий и сооружений (учебные заведения, театры и концертные залы, спортивные сооружения и т.д.) предусматривается размещение большого количества людей, наблюдающих за каким-либо процессом. Одной из важнейших задач при проектировании таких объектов является обеспечение хорошей беспрепятственной ***видимости*** и благоприятных условий ***восприятия*** объектов наблюдения.

Видимость – возможность полного или частичного наблюдения объекта (т.е. такое взаимное расположение объекта и наблюдателя, при котором лучи зрения от глаза человека проходят ко всем или к части точек наблюдаемого объекта)

Зрительное восприятие – возможность воспринять с той или иной степенью четкости наблюдаемый объект.

Эти факторы определяют форму, пространственную организацию и геометрические параметры помещений с местами для зрителей. Необходимо обеспечить такие условия наблюдения, при которых каждый зритель может видеть объект достаточно полно и воспринимать его четко, с минимальными искажениями или вообще без таковых.

Зрительное восприятие и видимость определяются физиологическими особенностями человека, в том числе остротой зрения, а также углом ясного видения или углом поля зрения – угол, в пределах которого лучи света, идущие от наблюдаемого объекта, создают в глазу резкое изображение. Угол ясного видения составляет в горизонтальной плоскости 30° и в вертикальной около 22°. За пределами этих углов изображение постепенно теряет резкость. Если требуется, чтобы объект наблюдения воспринимался целиком с одинаковой степенью четкости, его контуры не должны выходить за пределы угла ясного видения.

Однако для полноценного зрительного восприятия большинства объектов наблюдения большое значение имеет не только конус ясного видения, но и периферическое зрение человека (уголками глаз). При

неподвижном взоре человека горизонтальный угол периферического зрения составляет около 150 – 160°, а вертикальный – 130°. Периферическое зрение позволяет охватить взглядом большую зону вокруг конуса ясного видения, что обеспечивает зрительное восприятие объемности наблюдаемого объекта, глубины и пространства.

Геометрические условия видимости

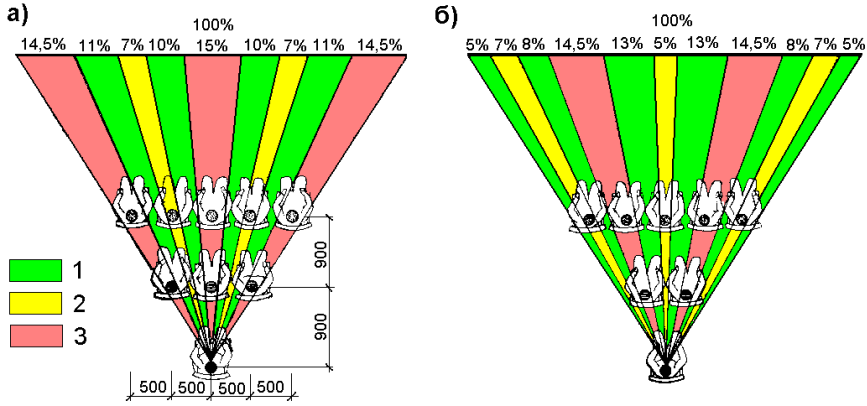
Обеспечение видимости объекта наблюдения зависит от взаимного расположения в пространстве самого объекта наблюдения, наблюдателя и сидящих впереди него зрителей, т.е. от пространственного построения зрительских мест, обращенных к объекту наблюдения. Это пространственное построение – важнейший элемент проектирования всех видов помещений и сооружений с местами для зрителей.

Беспрепятственная видимость предполагает такое пространственное размещение зрителей относительно объекта наблюдения, при котором в поле зрения каждого зрителя находится полностью весь объект наблюдения. При ограниченной видимости в поле зрения находится только часть объекта наблюдения, а остальная часть заслонена впереди сидящими людьми. Минимально ограниченная видимость предполагает такие условия, при которых невидимая часть объекта наблюдения доведена до минимума и, кроме того, обеспечена возможность видимости этой заслоненной части объекта при некотором отклонении зрителя в сторону (в пределах 0,4 ширины места в каждую сторону).

Необходимые условия беспрепятственной или ограниченной видимости для каждого вида зрелищ устанавливаются специальными требованиями исходя из особенностей объектов наблюдения.

Пространственное построение мест для зрителей определяется их размещением в горизонтальной и вертикальной плоскостях, т.е. в плане и разрезе помещения. Места в плане можно размещать в линейном порядке в затылок (рисунок 207, а) и в шахматном порядке (рисунок 207, б). В качестве объекта наблюдения взята горизонтальная проекция центральной части портала сцены. К ней проведены лучи зрения при ограниченной видимости, когда головы впереди

сидящих зрителей частично заслоняют объект наблюдения. Для характеристики условий ограниченной видимости и сравнения линейного и шахматного размещения мест на линии портала выделены зоны беспрепятственного прохождения лучей между головами впереди сидящих (зона I), зоны прохождения лучей над головами сидящих на два ряда впереди (зона II) и на один ряд впереди.(зона III) с указанием величины каждой зоны в процентах.



1 – зона I, беспрепятственная видимость; 2 – зона II, луч проходит над головой сидящего через ряд; 3 – зона III, луч проходит над головой сидящего в предыдущем ряду

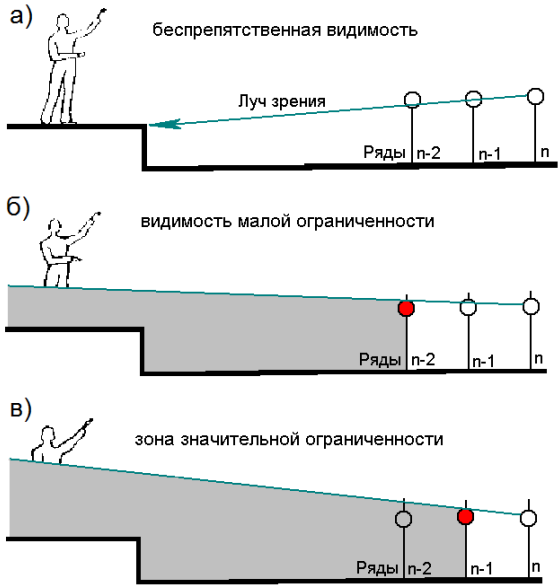
а – линейное расположение; б – шахматное расположение

Рисунок 207 – Расположение зрительских мест и зоны видимости

На рисунке 208 показаны условия видимости фигуры актера, стоящего на линии портала, для каждой из этих зон. В пределах зоны I фигура актера видна полностью (рисунок 208, а), в пределах зоны II лучи проходят несколько выше и видна часть фигуры актера (рисунок 208, б); в зоне III лучи зрения проходят еще выше и видна только верхняя часть фигуры (рисунок 208, в).

Следовательно, при линейном расположении в затылок зона беспрепятственной видимости (зона I) составляет 42% видимого фронта портала, а при шахматном – 52 %. Зона II (малой ограниченности) при линейном расположении охватывает 14 %, а при шахмат-

ном – 19 %. Соответственно, зоны III при линейном расположении больше на 15%, чем при шахматном. Таким образом, шахматная расстановка зрительских мест обеспечивает значительные преимущества условий видимости. Однако ряды зрительских мест уступами ограничивают проходы в зале, что приводит к неэкономичному использованию его площади. Если учесть возможность перемещения головы зрителя в пределах 0,4 ширины места, то различия в качественных характеристиках условий видимости при линейном и шахматном расположении мест в значительной мере сглаживаются. Поэтому в качестве основного вида размещения мест в горизонтальной плоскости принята линейная схема как более экономичная. При криволинейном расположении рядов мест для зрителей к боковым частям зала линейная схема постепенно переходит в шахматную.



а – беспрепятственная видимость, зона I; б – зона II; в — зона III

Рисунок 208 – Геометрические параметры условий видимости в зависимости от расположения зрителей в горизонтальной плоскости

Приведенная методика оценки геометрических параметров условий видимости в горизонтальной плоскости позволяет дать объективную оценку различных приемов размещения мест для зрителей в целом, т. е. планировки помещения. Сопоставление этих оценок с характеристиками геометрических параметров условий видимости в вертикальной плоскости позволяет дать полную оценку условий видимости с каждого места.

Условия беспрепятственной видимости в вертикальной плоскости обеспечиваются таким взаимным расположением объекта наблюдения и зрителей, при котором лучи зрения ко всем точкам объекта наблюдения проходят над головами впереди сидящих людей. Это может быть достигнуто следующими приемами:

1. Расположением мест для зрителей на горизонтальной плоскости (пол зала горизонтальный), а объекта наблюдения – на такой высоте, при которой лучи зрения от каждого зрителя ко всем частям объекта проходят над головами впереди сидящих людей.

2. Последовательным подъемом рядов мест для зрителей по мере их удаления от объекта наблюдения, обеспечивающим прохождение лучей зрения ко всем частям объекта наблюдения над головами сидящих людей.

3. Подъемом объекта наблюдения и рядов мест для зрителей.

При построении мест для зрителей в вертикальной плоскости для обеспечения беспрепятственной видимости всего объекта наблюдения выбирается наиболее неблагоприятная для видимости нижняя точка объекта наблюдения, лучи зрения к которой от каждого зрителя должны проходить над головой впереди сидящего человека. Эта точка называется **расчетной точкой видимости**. Положение расчетной точки устанавливается в зависимости от особенностей объекта наблюдения.

В кинотеатрах расчетная точка принимается в центре нижней границы экрана, в аудиториях – в центре нижней грани меловой доски. На сценах театров и эстрадах расчетная точка должна быть на уровне планшета сцены по ее центральной оси на расстоянии 1 – 2 м от переднего края авансцены или на линии портала. В цирках за рас-

четную точку принимается ближайший к зрителю край барьера. Для трибун стадионов с нормальным спортивным ядром расчетную точку принимают на оси ближайшей к трибуне беговой дорожки, а в бассейнах – на оси ближайшей к трибуне дорожки для плавания.

На основе антропометрических измерений уровень глаз сидящего зрителя над полом принимается 1,15 м, расстояние между уровнем глаз зрителя и верхней точкой его головы, над которой проходит луч зрения сидящего сзади зрителя установлено для зрителей без головных уборов С = 0,12 м; для зрителей в головных уборах С = 0,15 м.

При расположении мест на горизонтальной плоскости (рисунок 209) необходимо установить уровень расположения объектов наблюдения над этой плоскостью в зависимости от их предельного удаления.

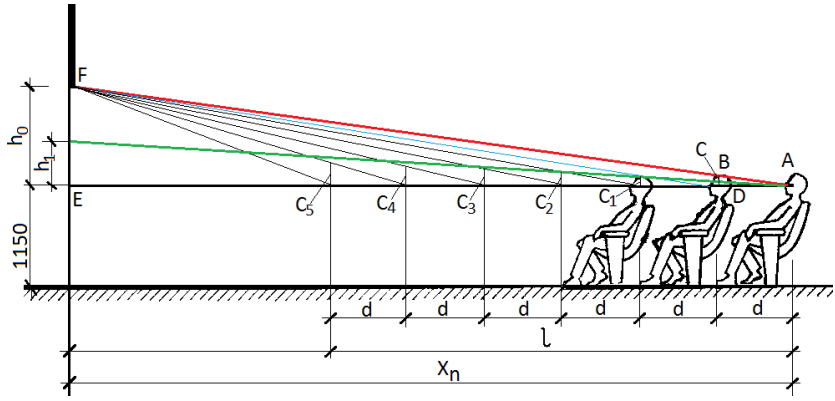


Рисунок 209 – Определение предельного удаления объекта наблюдения от зрителя в залах с горизонтальным полом

Обозначим положение расчетной точки видимости через F. Из подобия треугольников ABD AFE:

$$h_0 = EF = \frac{BD}{DA} \cdot ED = \frac{C}{d} X_n \qquad (14)$$

Отсюда следует, что при большом количестве рядов потребуется значительный подъем объекта наблюдения над уровнем пола, что

не всегда возможно (например, сцена-эстрада может иметь высоту не более 1,1 м – ниже уровня глаз сидящего зрителя – в противном случае создаются неблагоприятные условия зрительного восприятия с отрицательными углами к горизонту и часть сцены закрывается проекцией ее края; низ меловой доски в аудитории по условиям удобного пользования может быть расположен на 0,9 – 1 м от пола аудитории или кафедры). Поэтому формула (14) чаще используется для решения обратной задачи – определения предельного удаления зрителей X_n при заданном уровне расположения нижней точки объекта наблюдения h_0:

В зрительных залах и сооружениях большой вместимости обеспечение условий беспрепятственной или минимально ограниченной видимости объектов наблюдения, как правило, достигается последовательным подъемом рядов мест. Превышение луча зрения в закрытых спортивных залах принимается 0,12 м, а в открытых спортивных сооружениях – 0,15 м. В театрах и концертных залах для уменьшения высоты подъема рядов мест, а следовательно, сокращения общей высоты помещения и его строительного объема принимается минимально ограниченная видимость с превышением луча зрения С = 0,06 – 0,08 м.

При расположении рядов мест по наклонной прямой ступени подъема рядов мест будут одинаковыми (рисунок 210).

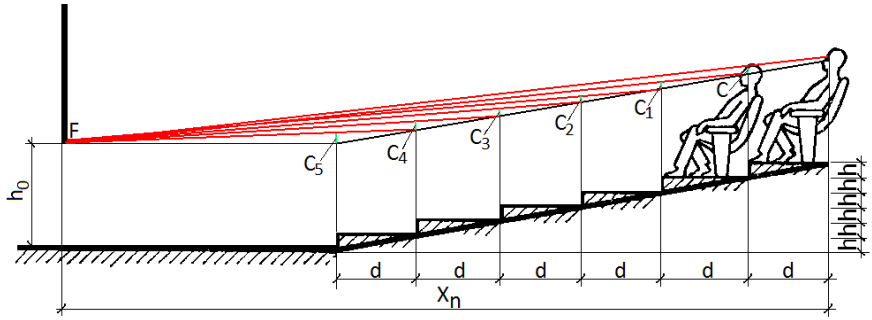


Рисунок 210 – Подъем мест по наклонной прямой линии

Если обеспечить нормативное превышение луча зрения С для зрителей самого верхнего ряда, то от ряда к ряду к низу эти превышения возрастают и достигают наибольшей величины во втором ряду. Так, на участке в шесть рядов мест (см. рисунок 210) величина C_5 возросла по отношению к С в 2,5 раза.

При большом количестве рядов возрастание величины С в нижних рядах может значительно превысить требуемую. Такое решение будет не экономично, так как потребуется излишняя высота помещения или трибун. Таким образом, расположение рядов мест по наклонной прямой целесообразно только при небольшом их количестве.

Для обеспечения беспрепятственной видимости при наименьшем подъеме рядов необходимо, чтобы нормативное превышение С для всех рядов было одинаковым. Построение профиля с таким подъемом рядов может быть осуществлено графическим или аналитическим способом. При графическом построении профиль вычерчивают в достаточно крупном масштабе (1:50 и более). Рассмотрим схему продольного разреза зрительного зала по его центральной оси (рисунок 211) с указанием расчетной точки объекта наблюдения F, а также положения глаз первого ряда зрителей (точка А) с привязкой размерами в вертикальном и горизонтальном направлениях к расчетной точке.

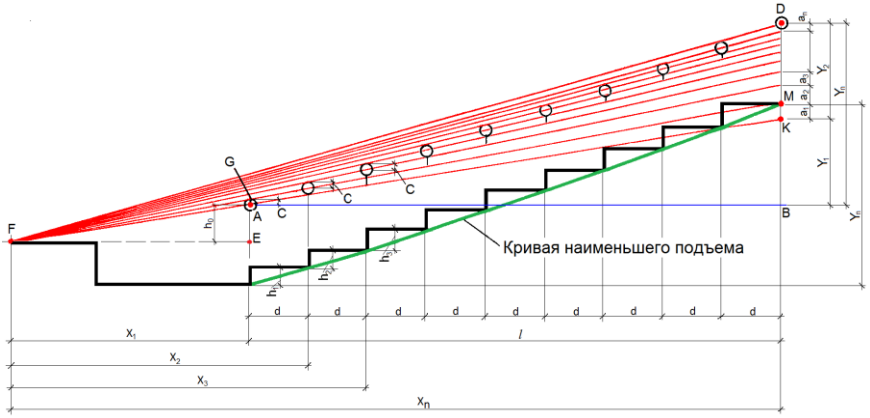


Рисунок 211 – Подъем рядов по оптимальной кривой наименьшего подъема

Затем вертикальными линиями наносят границы всех рядов мест; при этом допускается совмещать положение глаз зрителя каждого ряда с границей ряда (спинкой кресла). От уровня глаз зрителя первого ряда вверх по вертикали откладывается отрезок С, равный нормативному для данного сооружения, и из точки F через вершину этого отрезка проводят прямую линию (луч) до пересечения с задней границей второго ряда. Это пересечение определяет уровень глаз зрителя второго ряда. Для следующих рядов это построение последовательно повторяют. В результате получается профиль так называемой кривой наименьшего подъема рядов мест при обеспечении для всех рядов нормативного превышения луча зрения С, т. е. условий беспрепятственной видимости. Полученная кривая близка к гиперболе; пологий подъем в начальной части, ближайшей к объекту наблюдения, со все более увеличивающейся кривизной по мере удаления от него.

Графический метод построения не совершенен, поскольку величины удаления от точки F и подъем рядов оцениваются десятками метров, а превышение лучей зрения – сотыми долями метра. Для достижения необходимой точности требуется большой масштаб чертежа, а при значительном количестве рядов чертеж оказывается громоздким и трудоемким в выполнении. Поэтому применение графического способа допустимо при проектировании небольших залов или сооружений. Более надежным, точным и практичным способом построения профиля подъема рядов по кривой наименьшего подъема является аналитический, при котором местоположение каждого следующего ряда определяется из подобия треугольников. На основании расчетов может быть установлен уровень подъема (ордината) каждого ряда по отношению к первому ряду.

Построение профиля по кривой наименьшего подъема обеспечивает условия беспрепятственной или нормативно-ограниченной видимости при минимальной величине подъема рядов мест. Однако кривизна профиля от ряда к ряду изменяется, и все ступени подъема получаются разной величины, что усложняет и удорожает строительство, а также исключает возможность применения индустриальных конструкций. Поэтому в практике проектирования вместо кри-

волинейного применяют профиль подъема рядов мест в виде ломаной линии, состоящей из отрезков наклонных прямых, вписанных в кривую наименьшего подъема, в виде хорд отдельных участков этой кривой (рисунок 212).

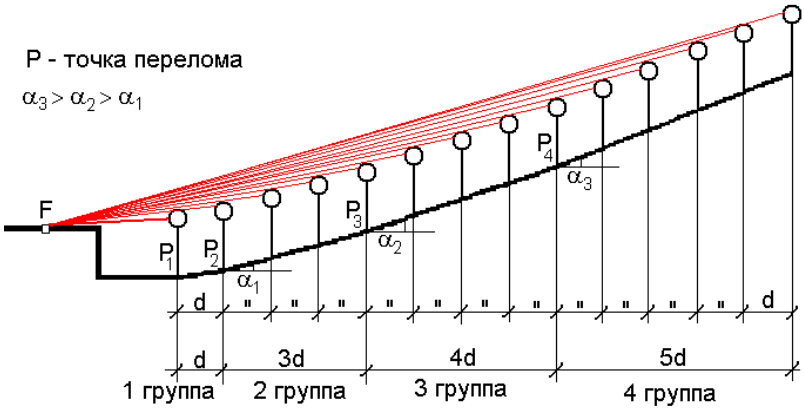


Рисунок 212 – Подъем зрительных мест по ломаной линии

Каждый отрезок имеет свой угол наклона и на нем размещают группу рядов с одинаковым уклоном. При расположении мест по наклонной прямой обеспечение беспрепятственной видимости с превышением луча зрения С для зрителей последнего ряда вызывает последовательное увеличение С для всех нижележащих рядов и, следовательно, общее увеличение подъема рядов всего профиля. По сравнению с профилем по кривой наименьшего подъема ломаный профиль дает увеличение подъема на 15 – 25 %, но значительно упрощает строительство. Чем ближе ломаная линия к кривой, тем меньше дополнительное увеличение подъема рядов. Размер каждого отрезка ломаной линии должен быть кратен ширине ряда. Точки перелома Р должны находиться на границе последнего ряда каждой группы рядов.

Для приближения ломаного профиля к профилю кривой следует применять разбивку на небольшие отрезки, постепенно увеличивая количество рядов и длину отрезков по мере удаления от объекта наблюдения. Такая разбивка отвечает характеру кривой.

Имеется математический метод определения оптимального числа рядов в группах. В зависимости от удаления первого X_1 и последнего $X_п$ рядов от расчетной точки F, а также от общего числа групп т, намеченного проектировщиком, вычисляется общий для профиля множитель К, постоянный при постоянном значении С:

Расчет профиля подъема рядов мест в виде ломаной линии складывается из последовательного расчета ординат каждого из составляющих ее прямых отрезков, начиная с ближайшего к объекту наблюдения.

При расположении рядов мест по наклонной прямой (рисунок 213) ординаты подъема рядов определяются по расчету; при этом превышение луча зрения зрителя последнего ряда над головой впереди сидящего принимается равным нормативному С; удаление первого ряда зрителей от точки F – X_1 и последнего ряда – $X_т$; превышение уровня глаз зрителя первого ряда над точкой F – К, ширина ряда – d. Общее протяжение одной группы рядов – *l*. Далее выполняется расчет на основе подобия треугольников.

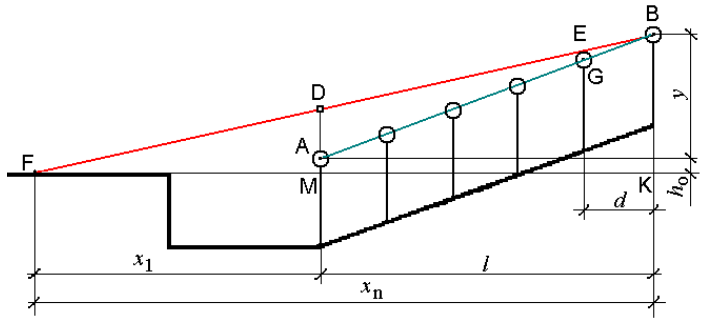
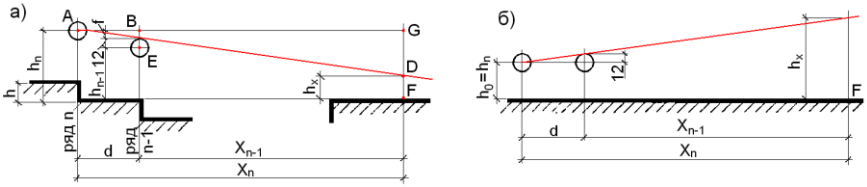


Рисунок 213 – Расчетная схема для определения подъема рядов на одном отрезке ломаной линии

Сопоставление геометрических параметров ограничения видимости позволяет установить, какая часть (в %) объекта наблюдения видна с данного места беспрепятственно, какая часть (в %) с ограничением видимости, а также степень ограничения видимости и ее геометрические параметры. Следует проверить также уровень про-

хождения лучей, нормальных к линии портала сцены и косых (к краям сцены, к ее центру др.).

Для такой проверки в зрительных залах выделяются контрольные точки в местах переломов профиля подъема рядов мест, по оси зала (проверка косых лучей к краям сцены), на крайних боковых местах и на некоторых промежуточных местах тех же рядов в зависимости от ширины рядов. Проводятся построения и определяются параметры видимости в различных случаях – рисунок 214.



а – при расположении мест с подъемом от объекта наблюдения; б – с расположением мест на горизонтальной плоскости

Рисунок 214 – Схемы для контроля условий видимости

Сопоставление данных проверки условий видимости в вертикальной плоскости с результатами проверки в горизонтальной плоскости позволяет составить результативные графики для каждой контрольной точки зрительного зала, дающие полную характеристику условий видимости объекта наблюдения из этой точки.

Геометрические условия зрительного восприятия

Геометрические условия зрительного восприятия определяют взаимное расположение в пространстве объектов наблюдения и зрителей, при котором обеспечивается четкое зрительное восприятие объекта наблюдения, его формы, соразмерности частей, положения или передвижения в пространстве, а в некоторых случаях цвета и фактуры. Эти условия позволяют устанавливать геометрические параметры предельного удаления объекта наблюдения, углы обзора (охвата), образуемые лучами зрения от глаза к краям наблюдаемого объекта, вертикальные и горизонтальные углы видения.

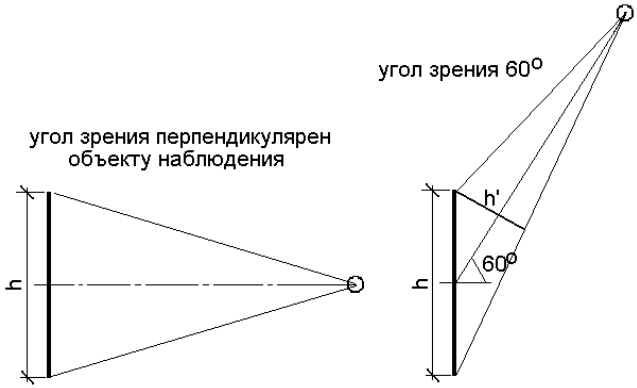
Предельное удаление зрителей от объекта наблюдения зависит от величины детали, различимость которой необходима для четкого зрительного восприятия формы и положения в пространстве наблюдаемого объекта, а также от разрешающего угла зрения. Величина детали определяется особенностью зрелища и наблюдаемого объекта.

Например, в драматических театрах зрителю необходимо ясно видеть не только фигуру актера, движение его рук, но и выражение его глаз. Следовательно, величина подлежащих различению деталей должна быть равна примерно размеру глаза человека (15 – 20 мм), что и служит фактором, определяющим предельное удаление зрителей от сцены (27 – 30 м). Для зрителей, наблюдающих игру в футбол, необходимо четко воспринимать быстрые перемещения мяча и игроков по полю, движения их фигур, рук, ног. В данном случае необходимая степень различимости деталей определяется размерами футбольного мяча (220 мм) и предельное удаление зрителя от противоположного угла поля составляет 190 м. В аудиториях определяющий размер – ширина штриха буквы, написанной на классной доске мелом (5 мм) и т.п.

Качество зрительного восприятия формы и соразмерности частей наблюдаемого предмета определяется горизонтальными и вертикальными углами видения. Хорошее зрительное восприятие наблюдаемых предметов достигается под такими вертикальным и горизонтальным углами, при которых форма и соразмерности частей предмета близки к реальным. Такие условия зрительного восприятия создаются, если биссектриса угла зрения перпендикулярна к плоскости наблюдаемого объекта и пересекается с ним в его геометрическом центре (рисунок 215, а). По мере отклонения биссектрис горизонтального и вертикального углов от этого направления форма и соразмерность частей наблюдаемого объекта зрительно искажаются (см. рисунок 215, б). Следует учитывать, что сознание человека вносит коррективы в зрительное восприятие, как бы исправляя геометрические искажения образов. Однако при сильных искажениях объекта наблюдения поправка за счет сознания не может компенсировать недостатки зрительного восприятия.

Исследования геометрических параметров, зрительного восприятия позволили установить предельные горизонтальные и вертикальные углы зрения для различных объектов наблюдения в зависи-

мости от их особенностей и допустимых для них зрительных искажений формы и пропорциональностей частей.



h – действительная высота; h' – искаженная высота

Рисунок 215 – Изменения пропорций наблюдаемого объекта в зависимости от углов зрительного восприятия

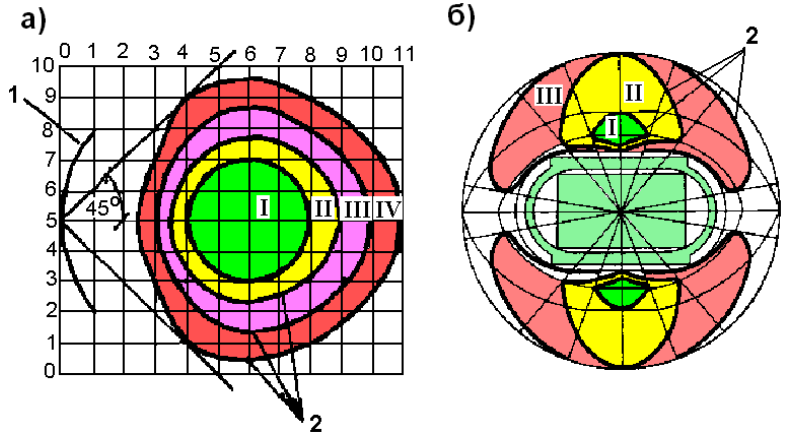
Для зрительных залов разного назначения, а также спортивных залов и открытых сооружений с трибунами для зрителей, учебных классов и аудиторий установлены геометрические граничные условия, определяющие допустимое размещение зрительских мест по отношению к объекту наблюдения.

Граничный угол α расположения зрительских мест определяется лучом зрения и нормалью к экрану в точках его боковых кромок. Этот угол должен быть не более 40 – 45° (в зависимости от отклонения от оси центральной проекции на экран). Увеличение граничных углов вызывает искаженное восприятие изображения. Излишнее приближение зрителей к экрану ухудшает зрительное восприятие (ощущается «зернистость» изображения и искажаются формы).

Поле стадиона (спортивная арена) как объект наблюдения представляет собой горизонтальную поверхность прямоугольной формы с отношением сторон примерно 1:0,7. Наилучшие условия зрительного восприятия хода соревнований обеспечивают места на

трибунах, расположенные с двух продольных сторон поля и особенно близ его поперечной оси. Эти места относительно равноудалены от двух половин поля, приближены к его центру и создают условия восприятия зрелища с относительно малыми искажениями. Места на торцевых трибунах характеризуются резкой неравномерностью удаления от двух половин поля, большим расстоянием до противоположного его края и искажением зрительного восприятия. Наиболее благоприятными по условиям зрительного восприятия являются места в секторах в пределах 80 – 120° с каждой из продольных сторон тюля.

На рисунке 216 приведены графики качественного зонирования зрительских мест в кинозале с универсальным экраном для всех видов проекций и на стадионе.



1 – экран; 2 – граница зон
а – зрительные места в кинотеатрах, б – то же на стадионах:

Рисунок 216 – Графики качественной характеристики зрительских мест в кинотеатрах (по М. Р. Савченко) и на стадионах (по И.К. Назаренко) с указанием зон I, II, III и IV категорий

В учебных классах и аудиториях основной объект наблюдения – плоскостной (меловая доска или экран). Меловая доска обычно

освещается естественным или искусственным рассеянным светом. Для обеспечения четкой видимости штриха предельное удаление составляет 15 м. Однако учитывая физиологические и физические факторы, в школьных классах предельное удаление нормами установлено 10 м. При освещении меловой доски направленным светом в больших аудиториях предельное удаление допускается 15 – 18 м.

Искажение записей на меловой доске может быть допущено больше, чем искажение на киноэкране, поскольку в данном случае важно лишь правильное прочтение букв, чертежа и т. п. без сохранения пропорций, которые необходимы, например, в кинокартине для обеспечения художественного восприятия изображения. Поэтому угол между лучом зрения с крайних мест и плоскостью доски допускается не менее 30°. Вертикальный угол принимается не более 26°.

Принципы определения размеров помещений по условиям размещения людей и оборудования

Принципы определения параметров человека и оборудования

Создание оптимальной среды для человека зависит от многих факторов – геометрических размеров пространства, состояния воздушной среды (температуры, влажности, чистоты воздуха, скорости движения воздуха), освещенности, условий слухового и зрительного восприятия, видимости.

Например, температура в помещении должна соответствовать функциональному процессу в нем: в промышленном здании, где люди заняты физическим трудом, температура должна быть сравнительно невысокой – 14 – 16 ^{o}C, в помещениях, предназначенных для умственного труда – 18 – 20 ^{o}C, для отдыха – 22 – 25 ^{o}C, в санитарно-гигиенических помещениях с повышенной влажностью – повышенной до 25 – 27 ^{o}C. Остальные параметры также значительно сказываются на самочувствии и степени активности человека. Кроме того, архитектору необходимо принимать во внимание и психологическое состояние человека, на которое влияют помимо вышеперечисленных

и другие факторы (просторность и уютность помещения, его высота, опрятность, цветовая гамма и др.)

Важнейшими факторами для создания оптимальных условий осуществления функциональных процессов в помещении являются его геометрические параметры: ***высота, длина, ширина***.

Для назначения этих параметров необходимо учитывать габариты самого человека, его размеры при выполнении различных движений, размеры оборудования, необходимые проходы, разрывы и пр. Этими вопросами занимается ***эргономика*** – наука, определяющая размеры человека в процессе его жизнедеятельности, а также размеры мебели, оборудования, формирования рабочего места и т.п.

Габариты человека в состоянии покоя показаны на рисунке 217.

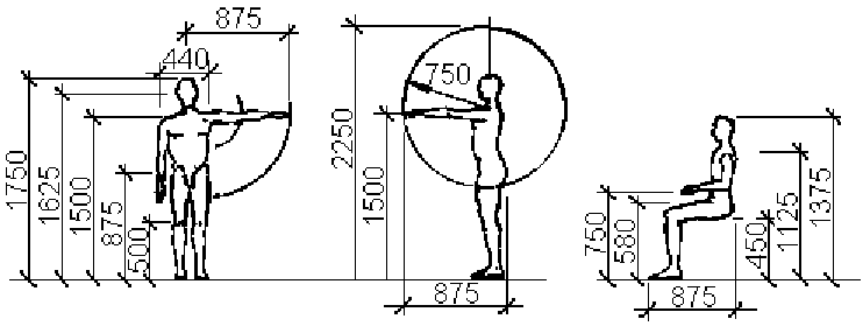


Рисунок 217 – Среднестатистические габариты человека в состоянии покоя

Однако при выполнении каких-либо движений размеры человека увеличиваются (например, в состоянии покоя на плане человек занимает площадь около 0,46 х 0,28 м. При движении человек немного раскачивается, соответственно, его ширина составит не 0,46, а приблизительно 0,60 м). То же самое относится и к остальным размерам. При назначении размеров оборудования и мебели обязательно учитываются все эти параметры (рисунок 218).

Правильный выбор размеров мебели и оборудования позволяет сделать процесс выполнения тех или иных операций комфортным. Нарушение эргономичных размеров мебели и оборудования не толь-

ко вызывает повышенную утомляемость, но и нарушение осанки, ухудшение зрения и другие заболевания. Однотипные предметы мебели, предназначенные для разных видов работы, могут иметь различные размеры. Так, кухонный рабочий стол, рассчитанный на работу стоя, имеет высоту 850 мм, а стол, предназначенный для письма и рассчитанный на работу сидя, – 780 мм. Выступ столешницы за плоскость стола, расстояние от пола до низа полок, глубина установки ножек стола определяются размерами, необходимыми для удобной посадки человека за столом и размещения ступней. Аналогично определяются практически все остальные размеры мебели и оборудования.

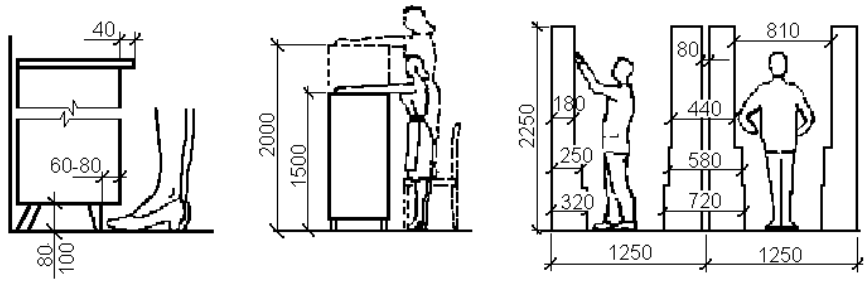


Рисунок 218 – Определение размеров мебели и оборудования на основании среднестатистических размеров человека

При расстановке оборудования, помимо необходимых размеров для его установки, необходимо предусмотреть достаточно места для человека в процессе работы. Для определения этих размеров в натуре создается опытное место, устанавливается оборудование, например, станок (рисунок 219), а над ним укрепляется фиксирующая фотоаппаратура с вертикальной оптической осью.

Серия снимков позволяет определить горизонтальные габариты человека в процессе его работы и, соответственно, контур площади, необходимой для создания оптимальных условий работы. Такой метод позволяет, помимо всего остального, установить области, где человек находится большую часть времени, где – эпизодически.

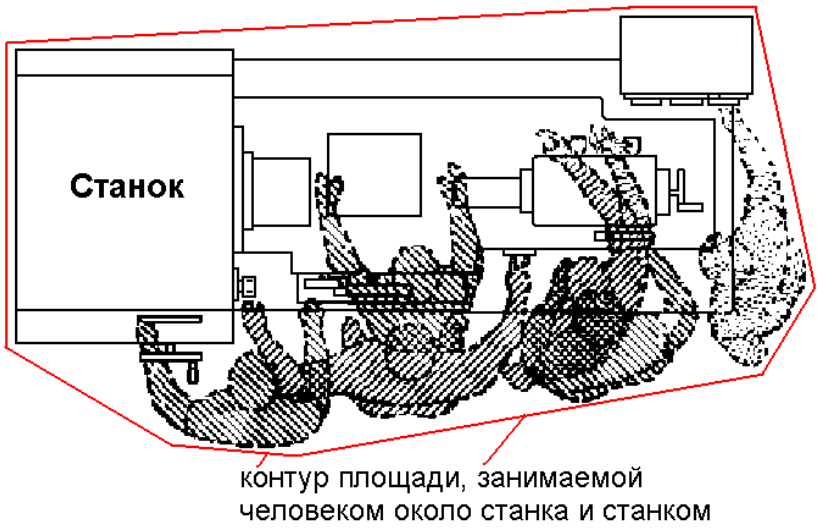


Рисунок 219 – Определение габаритов рабочего места

Метод позволяет установить, насколько рациональны движения человека во время работы и насколько удачно запроектировано само оборудование.

Размеры помещений

Для определения размеров помещений необходимо установить:

– функциональный процесс, для которого предназначено помещение и все элементы этого процесса;

– размеры оборудования, его необходимость для рабочего места одного человека, общее количество оборудования;

– площадь, занимаемую одним человеком и комплектом оборудования;

– варианты компоновки оборудования с учетом площади, занимаемой людьми во время работы, а также площади, необходимые для подхода к рабочим местам, осмотра и обслуживания (ремонта) оборудования и др. элементов функционального процесса помещения.

План цеха (в вышеприведенном примере) должен будет учитывать расстановку станков, площадь, необходимую для их обслуживания, проходы (по условиям движения людских потоков в зданиях – см. ниже), проезды для наземного внутрицехового транспорта, места для складирования заготовок и готовых изделий и так далее.

Рассмотрим пример компоновки помещения учебной аудитории на группу 24 – 25 человек.

Функциональный процесс – учебные занятия. Элементы функционального процесса – записи в рабочей тетради, наблюдение за записями на доске, либо за опытами, восприятие устной речи преподавателя, ответы с места стоя, выход к доске, заполнение аудитории в начале занятия и выход всех по его окончании.

Размеры оборудования (учебных столов и стульев): стул в плане имеет размеры 400 х 400 мм, ширина человека, сидящего за столом, 600 мм, глубина стола из условий размещения на нем тетради, учебников, письменных принадлежностей – 600 мм. Место, достаточное для сидения за столом, либо для ответа стоя – 600 мм. Если, по условиям размещения столов, для того, чтобы выйти к доске, необходимо пройти за спиной сидящего человека, то расстояние между столами должно составить не менее 900 мм (рисунок 220).

Таким образом, площадь, занимаемая одним человеком с учетом площади под оборудованием, составит 600 х 1200 мм, либо 600 х 1500 мм. Места в аудитории могут быть сгруппированы по 2, по 3 и более. Проходы должны составлять не менее 600 мм. Кроме того, по условиям освещенности, ширину помещения желательно ограничить размером в 6 м, расположив окна слева от мест учащихся. По условиям зрительного восприятия необходимо, чтобы угол между доской и крайним учебным местом составлял 45°. На рисунке 221 показаны три варианта планировки аудитории. Расстояние от первых парт до доски определяется условиями видимости для крайних мест и составляет 2,4 м (при малой ширине доски это расстояние может быть уменьшено до 1,8 м). Этого расстояния достаточно для размещения рабочего места преподавателя, умывальника и других необходимых элементов.

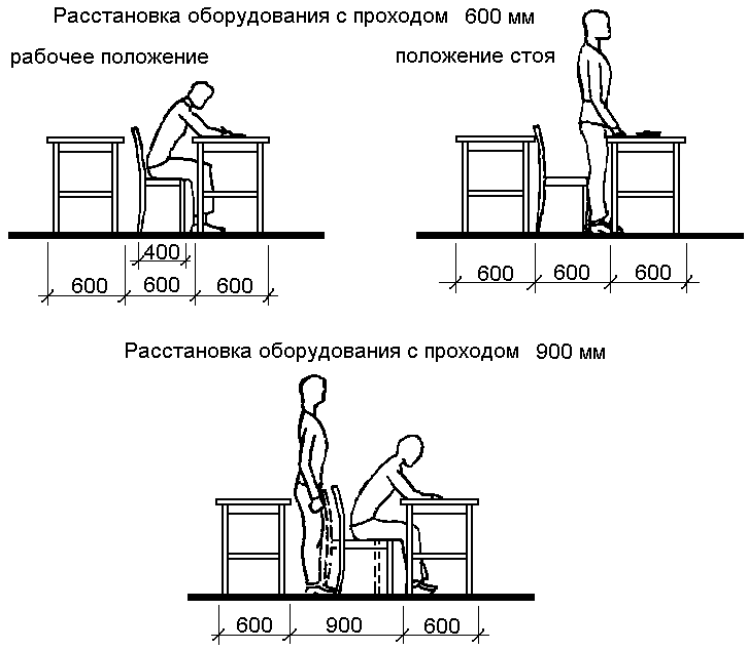


Рисунок 220 – Расстановка оборудования в учебной аудитории

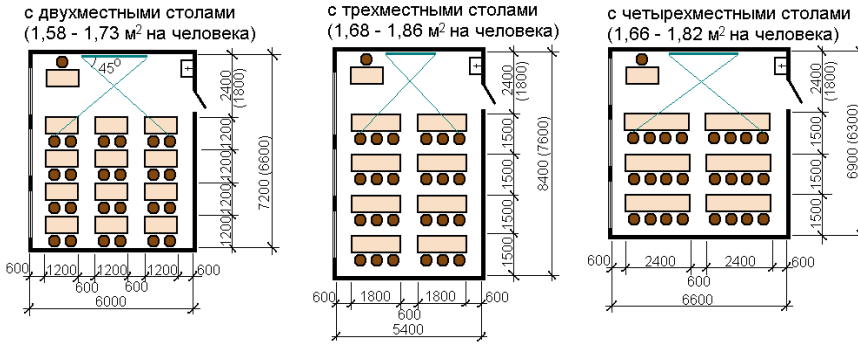


Рисунок 221 – Варианты расстановки мебели
в аудитории на 24 человека

В первом варианте – каждый учащийся имеет возможность независимо от соседа выйти в проход. Парты устанавливаются в три ряда, габариты помещения получаются 6 х 7,2 (6,6) м.

Во втором и третьем вариантах для того, чтобы выйти к доске, учащемуся из середины парты необходимо пройти за спиной соседа, рабочее место при этом занимает площадь 0,6 х 1,5 м. Во втором варианте общая ширина помещения может быть меньше и составляет 5,4 м, однако длина аудитории увеличивается до 8,4 (7,6) м. При этом последние парты оказываются достаточно удаленными от доски. В третьем варианте аудитория несколько уширена по сравнению с первым – до 6,6 м. Длина же ее сокращается до 6,9 (6,3) м.

Площади аудитории во втором и третьем вариантах несколько больше, чем в первом, но не существенно. Преимущество же отдается первому варианту планировки, так как он более функционален (обеспечивая независимый выход каждого ученика к доске). В лекционных аудиториях, где выход учащихся к доске не предусмотрен, дополнительной ширины для прохода за спиной сидящего не требуется и второй и третий варианты расстановки парт (за минусом площади для прохода за спиной соседа) может быть более целесообразен.

При дальнейшем конструктивном решении здания с рассматриваемой аудиторией необходимо учесть модульные расстояния между разбивочными осями и привязку к ним несущих конструкций, а также некоторые допустимые изменения в планировочных параметрах (так, в каркасных зданиях ширина прохода у колонны может быть уменьшена до 0,4 м, считая, что человек проходит в этом месте боком).

Движение людских потоков в зданиях

Передвижение людей – один из тех функциональных процессов, который присутствует во всех зданиях. Внутри помещений передвижение осуществляется по ***проходам*** (их ширина нормируется и рассчитывается в зависимости от количества человек в помещении), в здании – по ***коммуникационным помещениям*** (коридорам, лестницам, пандусам и т.д.).

При перемещении большого количества людей в одном направлении, возникают так называемые ***людские потоки***, движение которых подчиняется определенным законам. Правильная организация людских потоков имеет важное значение, в особенности в условиях экстренной эвакуации в случае пожара, землетрясения и т.п., чему должны способствовать правильные планировочные решения. Кроме того, выбор рациональных параметров коммуникационных помещений может принести значительный экономический эффект.

Первые исследования движения людских потоков были осуществлены в 1937 г. С.В. Беляевым в Институте архитектуры Всероссийской академии художников. Результаты исследований «*элементарного потока*» использовались для расчетов путей эвакуации. Параметры людского потока, принятого для рассмотрения: люди двигаются в затылок друг другу, один ряд имеет ширину 0,6 м, скорость движения по горизонтальному пути – 16 м/мин, при спуске по лестнице – 10 м/мин, при подъеме – 8 м/мин, пропускная способность потока 25 чел/мин. Критерием безопасности вынужденной эвакуации было предложено считать ее допустимую продолжительность.

В настоящее время исследования доказали, что людские потоки имеют более сложные закономерности.

По виду движение может быть:

- ***одиночным*** и ***массовым***;
- ***беспорядочным*** (люди в толпе двигаются в разных направлениях) и ***поточным*** (в одном направлении);
- ***согласованным*** (ходьба в ногу) и ***несогласованным***;
- ***свободным*** (человек, участвующий в движении, в любой момент времени может изменить направление и скорость своего движения) и ***стесненным*** (индивидуальные перемещения ограничены идущими в общем потоке);
- ***длительным*** (потоки существуют продолжительный период, например, в магазинах, в метро) и ***кратковременным*** (выход зрителей из театра или концертного зала после окончания представления);

• ***нормальным*** (спокойным и без серьезных осложнений даже при случайных нарушениях хода процесса – случайное падение человека, например), разновидностью которого является *комфортное* движение (например, променад во время антракта) и ***аварийным*** (повышенная напряженность процесса, возбуждение участников движения, стремление каждого как можно скорее покинуть опасную зону – увеличение скорости движения по сравнению с нормальным ходом, опасность панического характера движения и трагических последствий).

Двигаясь в одном направлении, люди образуют людской поток шириной *d* и длиной *l*. В действительности поток имеет сигарообразную форму (рисунок 222), но головная и замыкающая части состоят из малого количества людей, а основная часть движется компактно, поэтому для рассмотрения поток принимают прямоугольным. Кроме того, его ширину приравнивают к ширине прохода.

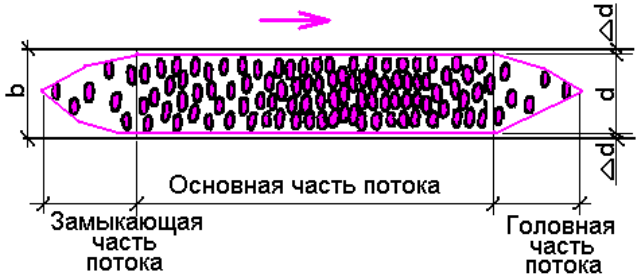


Рисунок 222 – Схема движения людского потока

Размещение людей в потоке – случайное, постоянно меняющееся. Размеры потока зависят от числа людей и их габаритов (рисунок 223). Размеры, занимаемые человеком в потоке людей зависят от многих параметров – возраста, пола, одежды (времени года), наличия в руках каких-либо предметов и т.п. (таблица 5).

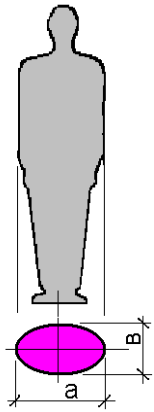


Рисунок 223 – Габарит человека при движении в потоке

Таблица 5 – Габариты людей при движении

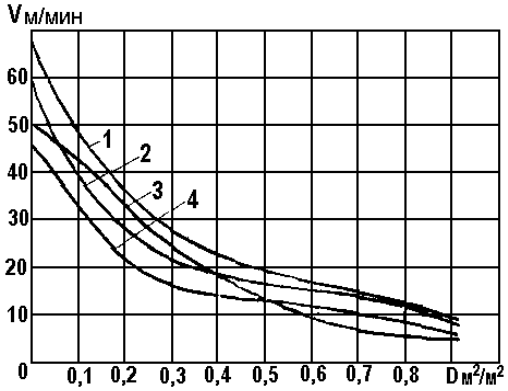
Параметры людей	Ширина, м	Толщина, м	Площадь горизонтальной проекции f, $м^2$
Взрослый человек в одежде:			
- летней	0,46	0,28	0,1
- уличной демисезонной	0,48	0,3	0,113
- уличной зимней	0,5	0,32	0,125
Подросток	0,43 – 0,38	0,27 – 0,22	0,09 – 0,067
Ребенок	0,34 – 0,3	0,21 – 0,17	0,056 – 0,04
Взрослый			
- с ребенком на руках			0,29
- с ручным багажом			0,36
- с рюкзаком			0,26
- с легким свертком			0,18 – 0,24

Число людей для расчета движения потока рассматривается как сумма площадей горизонтальных проекций каждого участника движения и выражается в $м^2$, т.е. $N = \Sigma f$. В расчетах движения потоков определяются следующие параметры:

- плотность людского потока $D = N/(d \cdot l)$ – отношение количества людей в потоке к его ширине и длине;
- скорость движения v.

Наблюдения показали, что скорости движения зависят от плотности потока, его характера и вида пути. Например, при одной и той же (относительно малой) плотности потока скорость при свободном движении колеблется от 5 до 135 м/мин. При увеличении плотности разбег скорости уменьшается и при высоких плотностях не превышает 10 м/мин. Так как скорость движения потоков в различных условиях отличается, для расчетов используются графики (рисунки

224, 225) и вводятся коэффициенты условий движения (μ – отношение скорости движения людей в особых условиях к скорости в нормальных условиях) (таблица 6).

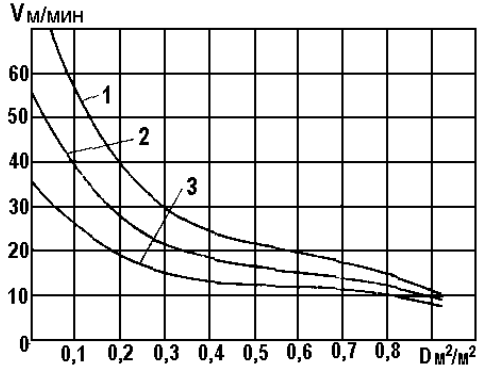


1 – движение через проемы;
2 – горизонтальные пути;
3 – спуск по лестнице;
4 – подъем по лестнице

Рисунок 224 – Скорость движения людских потоков в зависимости от их плотности

1 – аварийное движение;
2 – нормальное;
3 – комфортное

Рисунок 225 – Скорость движения по горизонтальным путям в зависимости от плотности потока для различных условий



- пропускная способность Q = D·v·d – число людей, проходящих в единицу времени через сечение пути шириной d;
- интенсивность (количество) движения q = D·v – произведение плотности потока на его скорость.

Таблица 6 – Коэффициенты условий движения людских потоков

Виды путей движения	Коэффициенты условий движения		
	аварийные, $\mu_а$	нормальные, $\mu_н$	комфортные, $\mu_к$
Горизонтальные пути	1,49 – 0,36	1	0,63 + 0,25D
Проемы	1,49 – 0,36	1	0,63 + 0,25D
Лестницы (спуск)	1,21	1	0,76
Лестницы (подъем)	1,26	1	0,82

Интенсивность движения не зависит от ширины пути и соответствует пропускной способности пути шириной 1 м. При определенной плотности потока интенсивность для каждого вида пути достигает максимума, а затем падает (рисунок 226). Следовательно, все участки движения (горизонтальные пути, проемы, лестницы) имеют предел пропускной способности, определяемый плотностью при максимальной интенсивности.

Очень важным фактором движения людских потоков являются границы смежных участков движения – те сечения пути, где меняется ширина пути d, вид пути (горизонтальный, спуск, подъем) или и то, и другое. Интенсивность движения на границах смежных участков обратно пропорциональна ширине этих участков, соответственно, для беспрепятственного перехода через границу смежных участков их пропускная способность должна быть ***одинакова*** – $Q_n = Q_{n+1}$.

Выполнение этого равенства является показателем правильно организованного движения. Его нарушение может привести к осложнениям хода процесса эвакуации. Так, при $Q_n > Q_{n+1}$ образуется ***скопление*** людей перед границей участков **n** и **n+1**, так как к границе подходит больше людей, чем способен пропустить следующий участок. Задержавшись у границы, люди стремятся возможно скорее пройти через нее и продолжить движение. Это стремление приводит к очень быстрому повышению плотности потока до максимального значения (0,92) перед границей и на границе участков. При достаточной протяженности следующего участка происходит разуплотнение потока при той же интенсивности движения (рисунок 226).

1 – проемы;
2 – спуск по лестнице;
3 – горизонтальные пути;
4 – подъем по лестнице

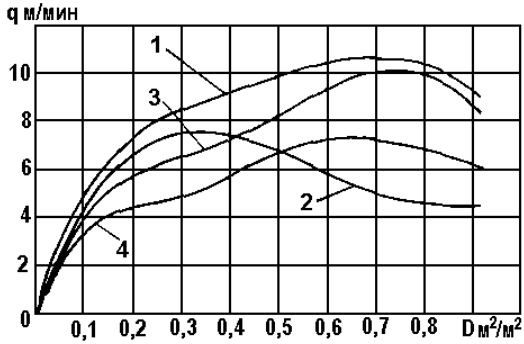


Рисунок 226 – Зависимость интенсивности движения от плотности потока

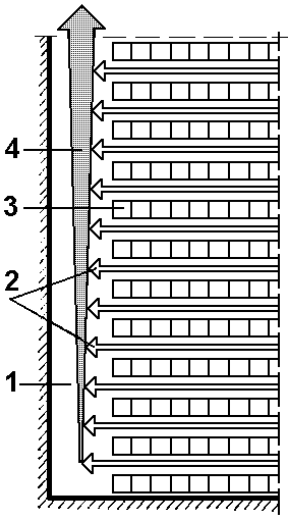
Помимо вышеперечисленного необходимо учитывать процессы переформирования людских потоков – их слияние или разделение на несколько частей (например, при выходе из здания). Обычно слияние потоков сочетается с процессом движения через границы смежных участков. В этом случае возможно уведичение плотности потоков до максимальной на границе и разуплотнение потока при движении объединенного потока.

Обычно к месту слияния потоки подходят в разное время, при этом один поток как будто вклинивается в другой. В результате на участке пути объединенного потока образуется несколько частей, идущих параллельно друг другу и имеющих разные плотности и скорости движения. В дальнейшем параметры движения выравниваются. Этот процесс называется ***переформированием людского потока.***

Особо следует отметить формирование и движение людских потоков в зрительных залах, на трибунах стадионов и т.п. После окончания сеанса люди практически одновременно начинают выходить из рядов в поперечный проход и двигаться к выходу. При этом образуется поток, плотность котрого увеличивается по длине прохода (рисунок 227).

Формирование потока зависит от многих факторов: одно- или двухсторонней системы выхода, наклона пола, количества мест в рядах, числа рядов, ширины прохода и т.д. В процессе формирова-

ния потока в полной мере действуют все закономерности, рассмотренные выше. Для расчета времени движения людей в проходах зрительных залов могут использоваться данные таблицы 7.



1 – проход; 2 – людские потоки из рядов; 3 – ряды мест; 4 – объединенный людской поток

Рисунок 227 – Схема формирования людского потока в проходах зрелищных помещений

Таблица 7 – Расчетные параметры движения людских потоков в рядах зрительных залов

Расчетные параметры	Значения при площади горизонтальной проекции человека f, м^2					
	0,125		0,113		0,1	
	нормальное	аварийное	нормальное	аварийное	нормальное	аварийное
Плотность, D	0,42		0,38		0,33	
Скорость, v, м/мин	17,75	23,76	18,69	25,3	20,72	28,29
Интенсивность, q, м/мин	7,45	9,98	7,1	9,61	6,71	9,2
Пропускная способность Q, м^2/мин	4,47	6	4,26	5,77	4,03	5,52

Расчет движения людских потоков ведется по ***предельным состояниям***:

1-е расчетное предельное состояние путей движения – при котором они перестают удовлетворять эксплуатационным требованиям по времени движения, $\mathbf{t < t_{пр}}$. Обычно этот вид расчета проводится по условиям вынужденной эвакуации людей.

2-е расчетное предельное состояние путей движения – при котором они перестают удовлетворять эксплуатационным требованиям по удобствам движения, т.е. плотность потока выше предельной для данного здания по условиям удобства прохождения $\mathbf{D < D_{пр}}$. Этот вид расчета используется в таких зданиях и помещениях, где необходимо предотвратить большое скопление людей – лечебные учреждения, залы собраний и т.п.

Порядок расчета и проектирования коммуникационных помещений:

1) определяется общая задача, время эвакуации людей из помещений в нормальных условиях движения, а также способы устранения возможных задержек;

2) выбираются расчетные предельные состояния;

3) устанавливается расчетное количество людских потоков, для чего определяются помещения, отвечающие главному и второстепенным функциональным процессам. Обычно ограничиваются наиболее крупными помещениями с максимальным количеством людей;

4) выбираются наиболее вероятные пути движения людских потоков (в сторону, противоположную опасности и по кратчайшему пути);

5) устанавливается число людей в каждом потоке и начальная плотность каждого из них на первом участке движения (для гарантии принимаются наиболее неблагоприятные условия движения);

6) для каждого потока определяются все расчетные параметры, время движения с одновременным построением графика движения. Каждый поток рассчитывается до его слияния с другим потоком, далее расчет ведется с учетом переформирования потока до места его

следующего слияния или разделения и т.д.;

7) анализируются результаты расчетов, соответствие полученных параметров по времени и плотности потоков предельным состояниям. Если соответствия нет, то выявляются места, где происходят задержки движения, где скорости слишком малы или где плотности слишком велики – в этих местах необходимо расширить участки движения для достижения положительных результатов расчетов. Для участков, где параметры t и D слишком «хороши», можно сократить их размеры для достижения экономической эффективности.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие категории зрительных залов по акустическим параметрам вы знаете?
2. Какие звуковые лучи учитываются при проектировании залов с естественной акустикой?
3. Какой параметр характеризует акустические качества помещения?
4. Как определяется время реверберации? Как формируются требования ко времени реверберации различных залов?
5. Для чего используются звукопоглотители и где они располагаются?
6. Какие параметры зала влияют на его акустические свойства?
7. Приведите схему формирования зала с наилучшими акустическими свойствами.
8. Какие архитектурные решения позволяют увеличить вместимость залов с естественной акустикой?
9. Какой должен быть объем зала в расчете на одного зрителя? По каким параметрам?
10. Чем отличаются «видимость» и «зрительное восприятие»?
11. Какие физиологические особенности человека определяют возможности видимости и восприятия объектов?
12. Чем отличается беспрепятственная видимость от ограниченной? Что такое минимально ограниченная видимость?
13. Какие виды размещения мест на плане зала вы знаете? При каком расположении зона беспрепятственной видимости для зрителя больше?

14. Какие способы используют для обеспечения беспрепятственной видимости в залах?
15. Какая точка называется расчетной точкой видимости?
16. Как определяется положение расчетной точки видимости в залах с горизонтальным полом?
17. Почему в больших залах не используется расположение мест по горизонтали?
18. Возможно ли использование приема с расположением мест по единой прямой наклонной линии в залах большой вместимости?
19. Как определяется оптимальная линия подъема мест в зале по условиям обеспечения беспрепятственной видимости?
20. Какой прием используют для упрощения строительства залов с подъемом мест по оптимальным параметрам?
21. С какой целью проводится геометрический контроль условий видимости в залах?
22. На основании каких требований определяется предельное удаление зрителя от объекта наблюдения?
23. Как изменяется восприятие в зависимости от угла видения объекта?
24. Как распределяются места в залах и в спортивных помещениях по условиям зрительного восприятия?
25. На чем основывается определение размеров помещений при проектировании?
26. Какая наука занимается вопросами определения габаритов мебели, оборудования, рабочих мест, проходов и т.п.? Какие измеряемые прарметры при этом учитываются?
27. Опишите пример определения размеров рабочего места фрезеровщика.
28. Какие последствия могут иметь неправильные размеры оборудования?
29. Одинаковые ли размеры имеет человек, находящийся в состоянии покоя, и тот же человек, совершающий какие-либо действия?
30. Какие парамеры влияют на размеры помещений?
31. Возможно ли (и за счет чего, если возможно) при одинаковом наполнении помещения получить более экономичное решение

по площади, или планировка помещения при этом всегда одинакова?

32. Рассмотрите варианты планировочных решений учебной аудитории. Выделите достоинства и недостатки каждого варианта по различным параметрам (площади, удобства прохода, видимости и пр).
33. Рассмотрите варианты расстановки мебели в вашей комнате. Насколько целесообразно расположены предметы? Предложите другие варианты.
34. Охарактеризуйте виды движения.
35. Какую форму в плане имеет людской поток? Какие упрощения принимаются для выполнения расчетов?
36. От чего зависят размеры человека в составе людского потока?
37. Что такое плотность потока?
38. Как разнится скорость движения потока по горизонтальному пути от движения через проемы, вверх и вниз по лестнице?
39. Что учитывает коэффициент условий движения?
40. Чем определяется пропускная способность участка пути движения?
41. Что такое интенсивность движения потока?
42. Какое условие является показателем правильно организованного движения на границах различных участков?
43. Что происходит на границе участков при нарушении вышеупомянутого показателя? Как видоизменяется поток при достаточно большой протяженности участков пути?
44. Опишите схему формирования людского потока в проходах зрелищных помещений.
45. Как изменяются параметры движения потоков в проходах зрительных залов при аварийном движении по отношению к нормальному?
46. Что такое первое предельное расчетное состояние?
47. Что такое второе предельное расчетное состояние?
48. Приведите порядок расчета коммуникационных помещений по условиям движения людских потоков.

13. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ЗАСТРОЙКИ

Основные определения

Текущий ремонт зданий и сооружений – ремонт, который производится с целью предотвращения дальнейшего интенсивного износа, восстановления исправности и устранения повреждений конструкций и инженерного оборудования зданий и сооружений.

Капитальный ремонт зданий и сооружений – ремонт, связанный с восстановлением основных физико-технических, эстетических и потребительских качеств зданий и сооружений, утраченных в процессе эксплуатации, не подпадающих под определение реконструкции.

Модерниза́ция – обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества.

Реконструкция (зданий сооружений) – совокупность работ и мероприятий, направленных на улучшение функционирования или использование по новому назначению здания, сооружения, вызывающих изменение строительного объема или общей площади здания, сооружения, либо мощности (вместимости, пропускной способности) или назначения (включая отдельные помещения) с изменением требований.

Цели и задачи реконструкции

Для увеличения жилого фонда, организации системы обслуживания населения, развития промышленности не обязательно использовать возможности строительной индустрии только в части строительства нового жилья. Имеющийся фонд страны немал, но не соответствует постоянно растущим запросам людей. Установлено, что требования, предъявляемые к наполнению жилых, общественных, промышленных зданий, изменяются у людей каждые 7 – 20 лет. Реконструкция существующих жилых домов, общественных зданий (с их возможным перепрофилированием), промышленных строений позволит в значительной мере снять остроту проблем при значи-

тельно меньших затратах по сравнению с новым полномасштабным строительством.

В процессе реконструкции (зданий и территорий в целом) должны достигаться две цели:

1) наполнение старой застройки новым содержанием – решение вопросов сочетания старого и нового, функциональное зонирование территории, решение транспортных проблем;

2) увязка интересов общегородского развития с социальными интересами населения (экологическая загрязненность центральных районов и доступность социально-бытового обслуживания, транспортная насыщенность; экологическая чистота окраин, близость мест отдыха и спортивных занятий и отдаленность мест приложения труда, административных центров и пр.)

Реконструкция жилой застройки на уровне планировки включает следующие задачи:

– оздоровление зданий и жилой среды;

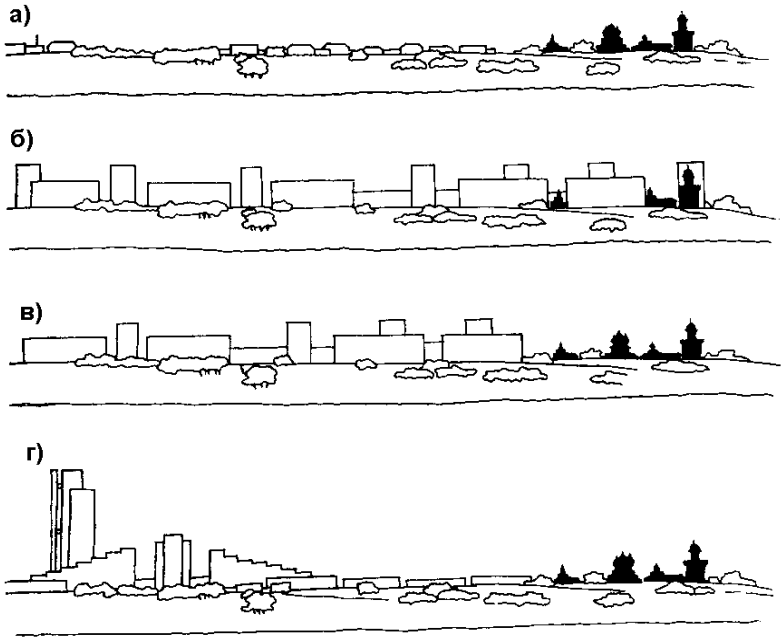
– социальное переустройство и решение вопросов культурно-бытового обслуживания;

– обновление и улучшение внешнего облика зданий и внутриквартальных и внутридворовых участков.

Зонирование городской территории

С позиций градостроительного вмешательства в историческую среду старых городов, в России принята концепция деления территории старого города на зоны:

- **заповедные** – зоны с наиболее строгими ограничениями, организуются в пределах городских ансамблей;
- **охранные** – наиболее разнообразные. Выделяют три категории охранных территорий (**1** – примыкающие к отдельностоящим памятникам истории и архитектуры (задаются с учетом условий, обеспечивающих обзор памятника); **2** – градостроительные образования – специфичные для данного города участки застройки, являющиеся историческими памятниками, как элементы исторической среды города; **3** – участки вокруг заповедных зон, застройка которых может влиять на их восприятие (рисунок 228));



а – существующее положение; б – неорганизованные «накладки» на памятник; в – механическое сочетание старины и современности, сохранение вида на памятники; г – гармонизация силуэта древних и современных сооружений путем продолжения динамических кривых силуэта памятников архитектуры

Рисунок 228 – Композиционная увязка
древних и современных строений

• **зоны регулирования** – территории, примыкающие к внешним границам охранных зон, на их территории допускается более радикальное преобразование застройки, чем на двух предыдущих, но с ограничением этажности, обеспечением обзора историко-архитектурных памятников и ансамблей.

В настоящее время реконструкция является основной формой градостроительства в России. Видимо, такая тенденция сохранится и

в дальнейшем. Наиболее сложна реконструкция центральных районов, где требуется максимальное сохранение исторически сложившихся ансамблей и памятников истории и архитектуры. В районах более позднего освоения имеет место реконструкция, граничащая с полным разрушением существующих зданий и перепланировкой территории, благоустройством и приспособлением жилой среды к потребностям населения.

Качество жилой застройки

Жилая застройка с ее окружением – природно-антропогенная система, созданная для жизнедеятельности человека: его сна, питания, работы на дому, пассивного и активного отдыха. Ее полноценность и качество определяются комплексом свойств, являющихся непременным условием не только физического и психического здоровья, но и таких философских абстракций, как потребность в красоте, истине и самовыражении. **Комфортность** жилой среды изменяется с изменением технических возможностей человека, его идеологии, финансовых возможностей и других факторов. В это понятие включаются:

- **рациональность** – капитальность и экономичность строений;
- **гигиена;**
- **функциональные удобства** как внутри дома, так и вокруг него;
- **безопасность** среды обитания (прочность сооружений, безопасность уличного движения и пр.).

Фактор **капитальности** определяется на самом раннем этапе изучения инвестиционного проекта. Определяется срок службы строений с учетом возможности их использования как на стадии строительства или реконструкции, так и в дальнейшем (например, временный городок строителей, который может позже использоваться как постоянное жилье). **Экономические** требования должны оценивать капитальные вложения в строительство и благоустройство территории, а также эксплуатационные расходы на период службы.

Гигиена среды обитания включает традиционную санитарию в рамках личной, семейной и коммунальной жизнедеятельности, а

также экологическое состояние среды, обеспечивающее здоровый образ жизни человека, или способствующее развитию патологических отклонений в организме человека. Наука, охватывающая эту область знаний, называется валеологией. К гигиеническим параметрам среды обитания можно отнести:

- *тепловлажностный режим* помещений и территории, на что влияют относительная влажность воздуха, аэрационный режим, лучистый теплообмен (радиационная температура является комфортной, если она превышает температуру воздуха примерно на 2 ^{o}C);
- *экологическая чистота среды*, оцениваемая как чистота воздуха, при которой содержание примесей в воздухе не превышает предельно допустимые нормативы, а также вибрационные, электромагнитные, радиационные и другие виды воздействий на человека;
- *аэрационный режим;*
- *инсоляция территории;*
- *зрительный комфорт*, включающий сопричастность к жизни города (хорошее состояние при общей ухоженности, благоустроенности территории, красивой застройке, выразительных композициях зданий, зеленых насаждений, малых архитектурных форм), а также ощущение зрительной изоляции внутриквартирных помещений, удовлетворяющее генетическую потребность в личном пространстве;
- *шумы и звуковой комфорт***.**

Функциональность и жизнеобеспечение территории определяются удобством пребывания людей в искусственной градостроительной среде.

Пространство психологически оценивается человеком с точки зрения расстояния и ориентации. Небольшие размеры площадок для спортивных игр, проездов, пешеходных дорожек, малые площади жилых помещений могут вызвать ощущение тесноты, дискомфорта. С другой стороны, очень большие личные пространства разобщают людей, лишают их социального сближения (социальные нормы – 9 м^2 жилой площади и 18 м^2 общей площади квартир на 1 человека). Оптимизация искусственной среды обитания должна учитывать функциональные процессы, протекающие в искусственной среде, эмоцио-

нальность, информационную нагруженность среды, опираться на исследования специалистов по эргономике (наука, изучающая человека во взаимодействии с окружающей техникой, мебелью и пр.), учитывать национальные особенности темпераментов.

Психологическая совместимость жителей разного достатка обязательно должна учитываться при решении вопросов перепланировки и реконструкции жилых территорий.

Архитектурно-планировочная структура придомовой территории устанавливает предпочтительное для жителей размещение элементов благоустройства и учреждений социально-бытового обслуживания (магазины, служба быта, детские учреждения, учет потребностей людей с ограниченными физическими возможностями – инвалидов).

Эстетическое восприятие застройки часто отождествляется со зрительным комфортом. Стандартизация домостроения привела к потере эстетической функции, монотонная, безликая стандартная застройка «коробками» создает среду, агрессивную для глаз. Для глаза важно остановиться на каком-то акценте, интересном силуэте здания, крыши, башни, шпиля и т.д. (рисунок 229).

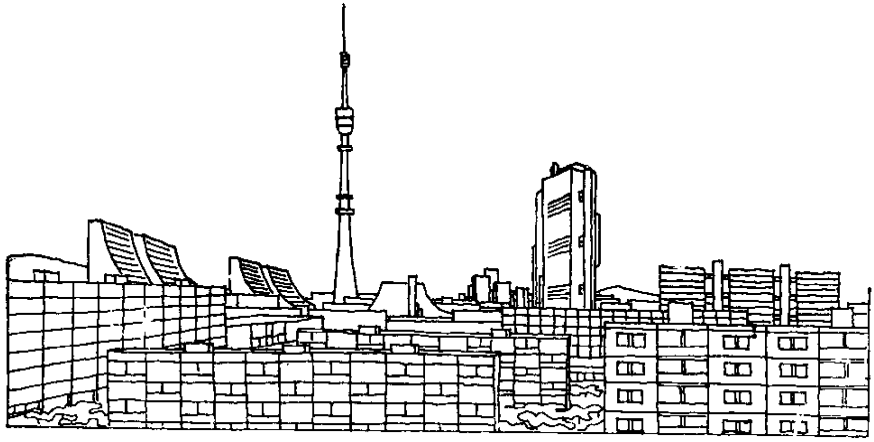


Рисунок 229 – Роль архитектурных доминант в силуэте города

Решение этой проблемы при реконструкции застройки может осуществляться за счет использования малых архитектурных форм,

благоустройства придомовых территорий, колоритного разнообразия фасадов в результате окраски их в различные, гармонично сочетающиеся цвета, исключающие «цветовой голод».

Зонирование внутридворовых территорий – жилые территории должны иметь площадки для игр детей и отдыха, системы социально-бытового обслуживания и детских учреждений. Одна из самых трудноразрешимых задач – устройство гаражей и автостоянок для личного транспорта.

Структура внешних связей, обеспечивающая комфортное проживание, предполагает транспортную доступность рабочих мест, объектов культуры, обслуживания, отдыха, которая даже в крупных городах не должна превышать один час. (Здесь также необходимо учесть проблему размещения личного автотранспорта).

Инженерное жизнеобеспечение включает санитарно-технические системы (водоснабжение холодное и горячее, водоотведение, отопление, газоснабжение, вентиляция и кондиционирование, мусороудаление), электроснабжение, слаботочные установки, лифтовое хозяйство.

4. **Условия безопасности** относятся к комфортности, так как здания и окружающая их территория не могут быть удобными для проживания, если они представляют потенциальную опасность.

Прочность и устойчивость элементов, стоящих на территории сооружений, играют первостепенную роль в обеспечении безопасности людей. Прочность обусловлена безошибочностью проектирования, тщательностью выполнения, качеством эксплуатации.

Взрывобезопасность зависит от надежности инженерного оборудования (электропроводки, газопроводов).

Условия пассивной защиты:

- обеспечение охраны квартир: массивные входные двери, надежные замки, домофоны, электронная защита, централизованная система сигнализации, защитные решетки на окнах первых этажей – предусмотренные проектом;
- защиту жилищ от насекомых и грызунов, (защитные сетки и решетки на окнах, балконных дверях; систематизацию удаления мусора – применение специально окрашенных пакетов для мусора и

систему мусорообработки, размещение контейнеров вдали от жилых домов, регулярная санитарная обработка мусоропроводов, контейнеров, мест складирования отходов).

Безопасность планировочных решений – размещение внутренних проездов, подъездов для пожарных машин, стоянок для автотранспорта и т.д.

Пожаробезопасность в зданиях зависит от правильно организованных путей эвакуации, исправности возможных источников возгорания, степени пожаростойкости различных частей зданий. Эвакуация может быть нормальной и аварийной. Аварийная эвакуация отличается кратковременностью, соответственно предусматривается безопасность эвакуационных путей (ширина проемов, коридоров, лестниц, направление открывания дверей, использование несгораемых материалов, не выделяющих никаких веществ при нагревании), система пожарной сигнализации, оборудования для тушения пожаров (водопроводы с пожарными гидрантами и рукавами в каждом подъезде, спринклерные установки).

Борьба с опасными процессами природного и техногенного характера. К таковым относятся высокие уровни грунтовых вод, опасность опозней, селей, паводков, сейсмические явления, вулканическая активность, крупные аварии на производстве.

Реконструкция застройки

Реконструкция застройки предполагает формирование новой планировочной структуры и архитектурного облика на основе исторической преемственности, выявления и сохранения ценных исторических черт, подчеркивающих индивидуальность ее образа. Не только памятники архитектуры, но и отдельные здания, сооружения, а также их комплексы представляют интерес как памятники истории данного города и района. Они должны быть сохранены и тактично вписаны в новый облик реконструируемой территории.

Основными задачами реконструкции застройки следует считать:

– функциональную организацию территории, планировку, застройку и благоустройство основных зон;

┐ дифференциацию сети улиц и пешеходных путей по их назначению, их благоустройство (рисунки 230 – 235);

┐ реорганизацию территории с целью культурно-бытового обслуживания населения;

┐ повышение инженерного оборудования района с учетом его дальнейшего развития.

I – существующее положение,
II – реконструкция
а – зеленых насаждений,
б – бульвара,
в – полного сноса мешающей застройки,
г – то же, частичного,

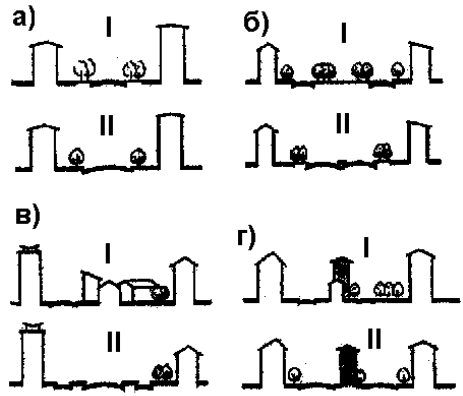
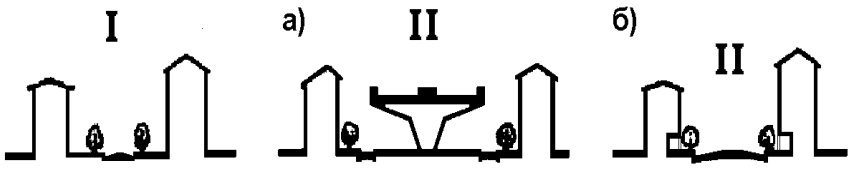


Рисунок 230 – Методы расширения проезжей части улиц за счет:



I – существующее положение, II – реконструкция
а – устройства эстакады для транзитного движения транспорта,
б – расширения проезжей части и устройства пешеходных проходов под зданиями в уровне первого этажа

Рисунок 231 – Увеличение пропускной способности улиц за счет:

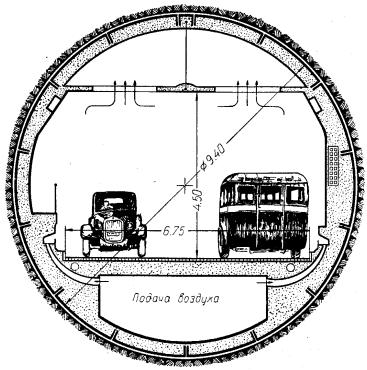
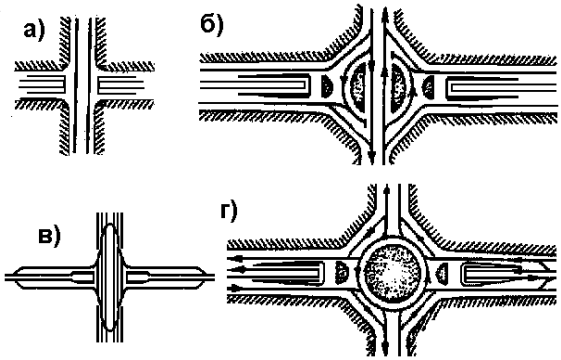
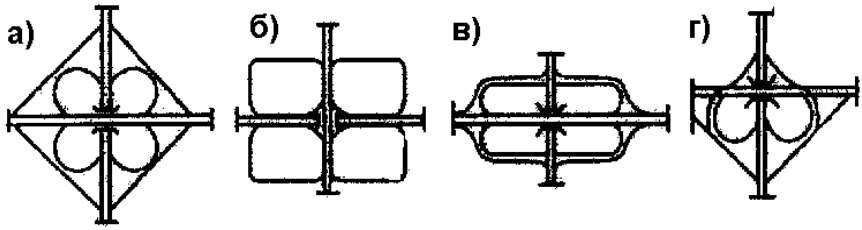


Рисунок 232 – Устройство подземных тоннелей для транзитного движения транспорта



а, в – типа «прокола»; б – с кольцевым регулируемым движением на второстепенном направлении; г – то же, саморегулируемым

Рисунок 233 – Схема организации движения на перекрестках в двух уровнях



а – полный симметричный клеверный лист; б – то же, с объездом кварталов; в – то же, сплющенный; г – неполный, с регулированием левых поворотов

Рисунок 234 – Схема клеверообразных пересечений в разных уровнях

Рисунок 235 – Общий вид многоярусного пересечения, видна величина городской застройки, занятая эстакадами

В случае, если проводится реконструкция старого исторического центра города, в результате проведения реконструктивных работ:

1) должен быть осуществлен вывод из жилой зоны промышленных предприятий, имеющих большой грузооборот или вредных в санитарно-гигиеническом отношении;

2) старые неблагоустроенные кварталы с хаотичной застройкой должны быть реорганизованы в благоустроенные современные жилые образования с полным комплексом культурно-бытового обслуживания;

3) ветхие и неприспособленные строения должны быть или снесены, или радикально перестроены с решением комплекса инженерных вопросов внутреннего благоустройства;

4) необходимо упорядочить движение городского транспорта;

5) следует улучшить систему повседневного культурно-бытового обслуживания населения путем устройства в первых этажах жилых зданий торговых помещений, помещений бытового обслуживания, культурных учреждений, офисов. Для этого возможно устройство пешеходных зон в центрах скопления торгово-развлекательных учреждений; в старых районах с чрезвычайно узкими улицами возможно устройство торговых пассажей (рисунок 236).

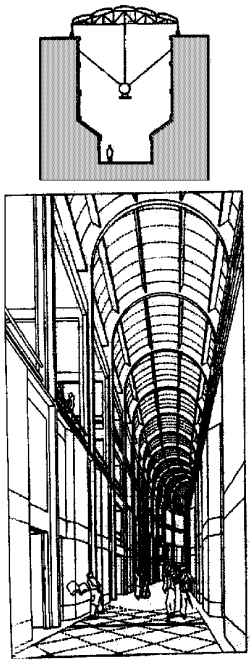


Рисунок 236 – Превращение переулка в пассаж с арочным перекрытием или по фермам

Решение всех этих вопросов гораздо легче находится при проведении групповой реконструкции зданий (см. ниже).

Благоустройство территории с инженерной точки зрения должно проводиться комплексно с увеличением проходимости коммуникаций в связи с увеличивающейся нагрузкой на водопроводные, водоотводящие, тепловые сети. Реконструкция коммуникаций должна проводиться также с учетом возможности дальнейшего развития региона.

Организация транспортного движения во время комплексной реконструкции застройки может быть решена наиболее оптимально с разделением грузовых перевозок, движения общественного транспорта, организацией удобного и безопасного пешеходного движения.

Реконструкция застройки в целом должна завершаться благоустройством территории и ее озеленением.

На рисунках 237, 238 показаны проекты реконструкции городской застройки.

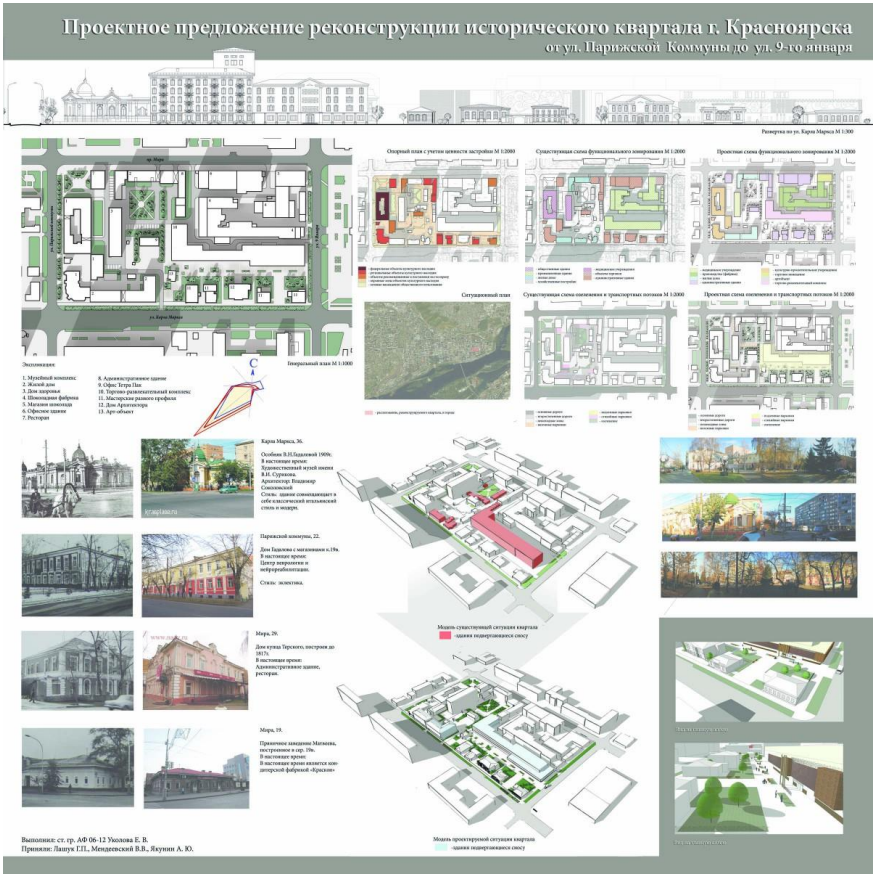


Рисунок 237 – Проект реконструкции исторического квартала г. Красноярска

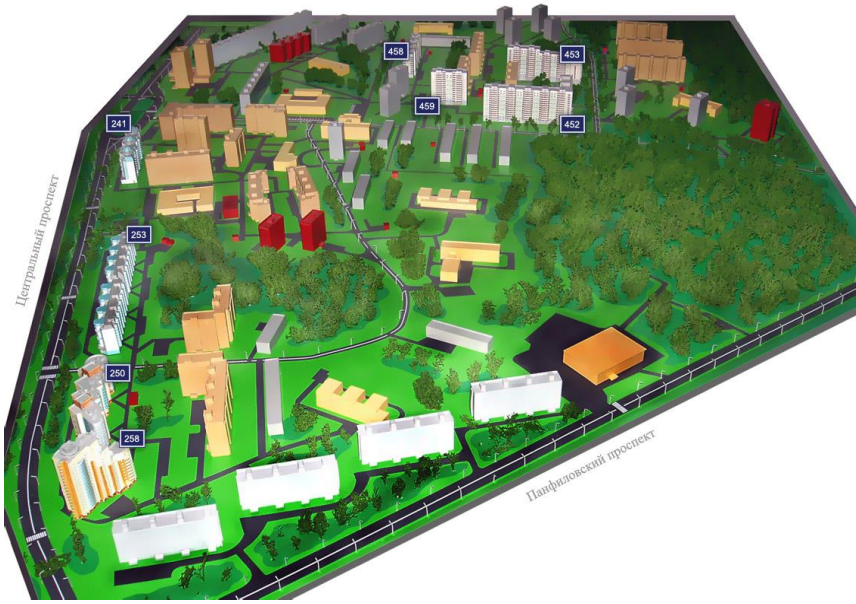


Рисунок 238 – Проект реконструкции с уплотнением застройки г. Зеленограда

Методы реконструкции жилых зданий

На данный момент выделилось два основных метода производства реконструкции жилых домов. Первый – **реконструкция отдельных жилых зданий** без учета окружающей застройки. Этот метод требует меньшего резервного фонда (для переселения жителей реконструируемых зданий), но является малоэффективным, так как реконструируется только один объект, а не группа зданий.

Второй – **реконструкция жилой застройки групповым методом**, позволяющий решать одновременно градостроительные, социальные и экономические вопросы:

– увеличить площадь дворов в 2 – 5 раз, тем самым обеспечивается:

- близкая к оптимальной освещенность обращенных во дворы внутренних помещений реконструируемых зданий;

- доля квартир, ориентированных на неблагоприятные стороны горизонта может быть снижена на 10 – 15 %;
- укрупненные в результате реконструкции дворы благоустраивают, озеленяют;
- упрощается решение вопросов механизированной уборки территории (что значительно сокращает затраты на обслуживание);
- уменьшают число хозяйственных площадок без ущерба для пользователей.

– социальный аспект:

- появляется возможность замены жилых помещений на первых этажах реконструируемых зданий на помещения предприятий сферы обслуживания, торговли, общественного питания и т.п., что улучшает социальные условия для проживающих;
- исключается (или сводится к минимуму) ухудшение условий проживания для жителей домов, прилегающих к реконструируемым;
- уменьшается негативное влияние строительных работ на функционирование городского транспорта, повышается безопасность;

– экономический эффект – значительная экономия ресурсов за счет увеличения интенсивности использования территории, сокращения подключений к магистральным сетям (до 2,5 раз), возможности применения наиболее прогрессивных объемно-планировочных, архитектурно-конструктивных и организационно-технологических решений; оптимизация трассировки внутриквартальных инженерных сетей, рациональное размещение инженерных сооружений.

Способы реконструкции находятся в определенной зависимости от времени возведения здания, его конструктивного и объемно-планировочного решения.

При осуществлении реконструкции жилых зданий можно выделить основные направления:

1) перепланировка помещений с целью создания удобных помещений, имеющих размеры в соответствии с современными нормативами;

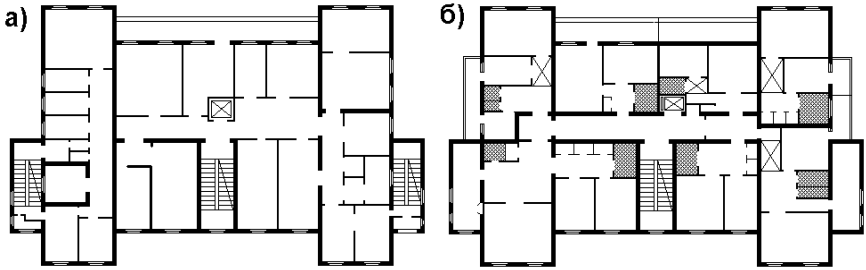
2) малоэтажная (1 – 2 этажа) надстройка, надстройка мансарды;

3) надстройка на 4 – 5 этажей с уширением корпуса, пристройкой лифта и полной перепланировкой;

4) многоэтажная надстройка;

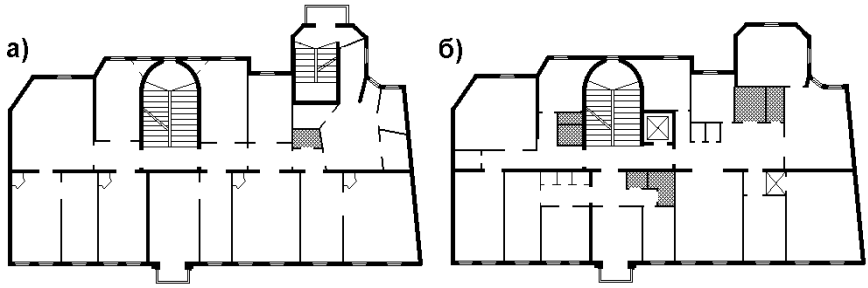
5) размещение на функционально используемой, эксплуатируемой крыше рекреационного пространства, позволяющего создавать место для досуга на свежем воздухе.

Примеры реконструкции жилых зданий в Москве и Будапеште без изменения планировочных габаритов здания представлены на рисунках 239 и 240. На рисунке 241 приведены примеры перепланировки пятиэтажного здания первых массовых серий.



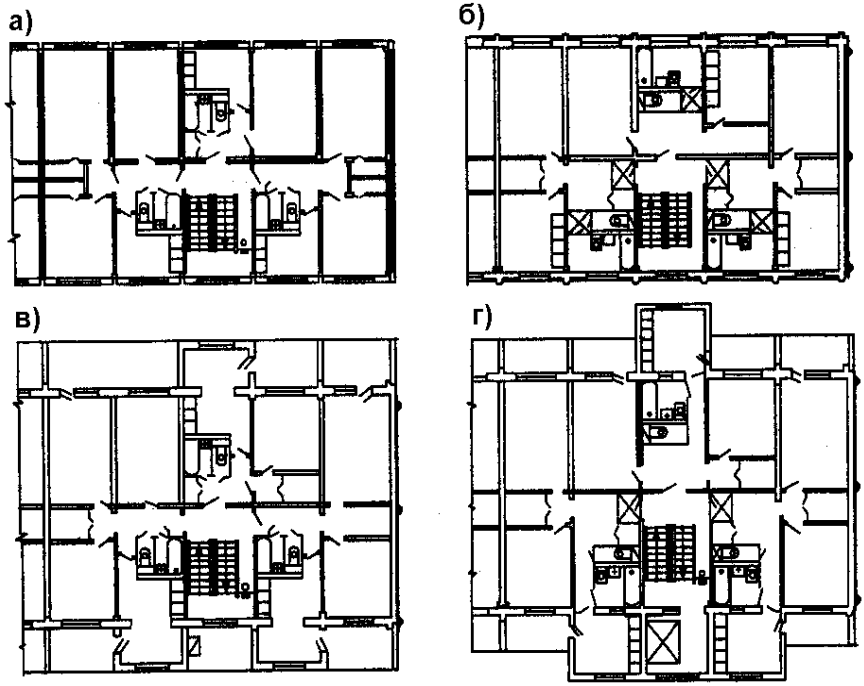
а – до реконструкции; б – после реконструкции.

Рисунок 239 – План типового этажа дома (г. Москва)



а – до реконструкции; б – после реконструкции.

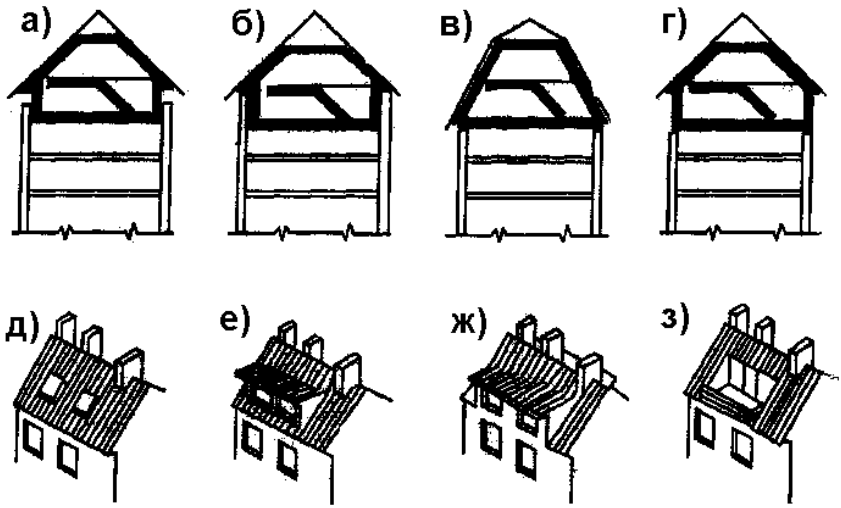
Рисунок 240 – План 2-го этажа жилого дома (г. Будапешт)



а – существующая планировка типового этажа; б – без пристроек и с размещением кухни в бывших жилых помещениях; в – модернизация с увеличением кухни за счет эркера; г – то же с кухней, целиком вынесенной в эркер

Рисунок 241 – Варианты перепланировки типового этажа типовых пятиэтажных домов постройки 50 – 60-х годов XX века

На рисунках 242 и 243 показаны виды мансард, надстраиваемых над гражданскими зданиями.

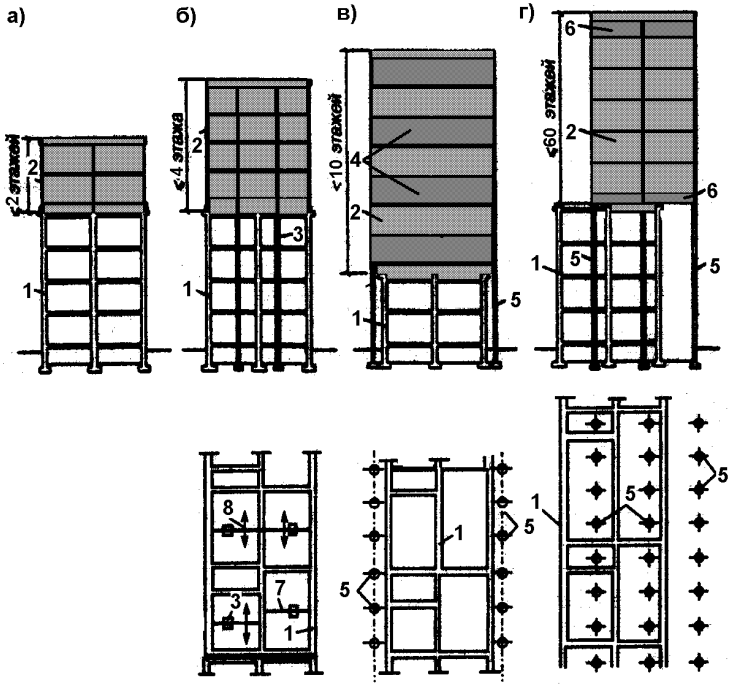


а – над зданием с техническим этажом; б – с устройством двухэтажных квартир; в – с двухэтажными квартирами в мансарде; г – совмещение мансарды с надстройкой одного этажа; д – окна в плоскости ската крыши; е – вертикальные окна с выдвижением оконной коробки из плоскости крыши; ж – то же с наращиванием высоты стены; з – то же с устройством балконов и задвижкой окон вглубь помещения.

Рисунок 242 – Устройство мансард и размещение оконных проемов в крышах зданий

Рисунок 243 – Устройство мансарды с окнами в плоскости крыши над старинным особняком

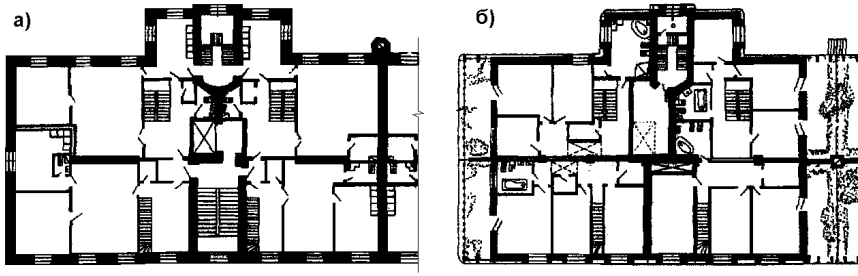
Увеличение этажности старой застройки путем надстройки этажей (рисунок 244) увеличивает жилую площадь районов, одновременно улучшая качество этой жилой площади, позволяет освободить территорию от ветхих малоэтажных зданий.



1 – надстраиваемое здание, 2 – надстройка, 3 – дополнительные колонны каркаса, 4 – балки-стенки, 5 – колонны, несущие только надстройку, 6 – ростверк, 7 – прогоны, 8 – укладка плит.
а – с передачей нагрузки на существующие несущие конструкции; б – с использованием существующих несущих конструкций и дополнительными опорами; в – с устройством попеременных балок-стенок (существующие конструкции не нагружены); г – с горизонтальными дисками-платформами (ростверками) через каждые пять этажей (существующие конструкции не нагружены)

Рисунок 244 – Конструктивные схемы надстроек

Планировка террасы – открытого места на крыше при квартирах верхнего этажа может быть достаточно разнообразна. Один из вариантов использования поверхности крыши в качестве террасы показан на рисунке 245. Одновременно подкрышное пространство используется как второй этаж двухъярусных квартир.



а – первый ярус; б – второй ярус

Рисунок 245 – Перестройка верхнего этажа здания дореволюционной постройки с устройством двухъярусных квартир и террас

На рисунках 246 – 248 показаны примеры общественных зданий после реконструкции – обновление фасадов, надстройка этажей, сочетание старинных архитектурных элементов с суперсовременными.

Рисунок 246 – Здание почты
в Роттердаме
после реконструкции

Рисунок 247 – Здание союза архитекторов России

Рисунок 248 – Здание союза архитекторов Румынии

Дополнительное возведение новых зданий различной этажности повышает плотность заселения территории, одновременно улучшая архитектурный облик района без ухудшения параметров аэрации и инсоляции помещений застройки.

Реконструкция несущего остова зданий и сооружений

Усиление фундаментов и оснований

Реконструктивные мероприятия начинают с обследования состояния здания и определения его физического износа. При этом особое внимание должно уделяться состоянию оснований под здани-

ем и его фундаментной части. В числе мер, принимаемых для **укрепления основания** под зданием:

– понижение уровня грунтовых вод ниже пола подвала не менее чем на 0,5 м с помощью системы дренажей;

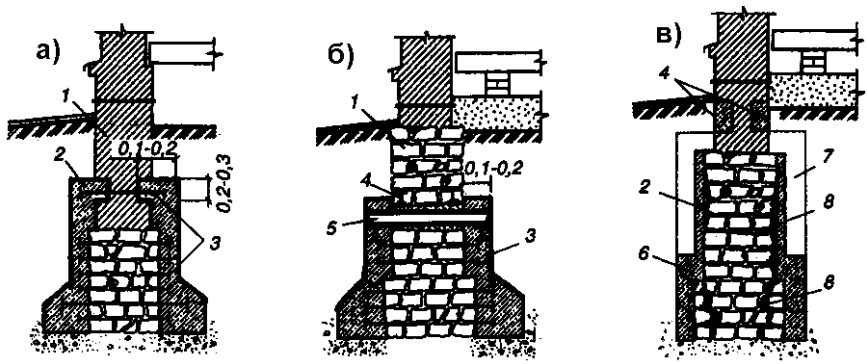
– укрепление грунтов нагнетанием в них растворов цемента, смол, химических растворов, которые вступают в реакцию между собой или солями, находящимися в грунте;

– осадочные грунты укрепляют путем электрохимического упрочнения, обжига, силикатизации.

В последнее время разработан и стал широко применяться метод упрочнения грунтов водовоздушной струей. Он основан на подаче под очень большим давлением воздуха и цементной жидкости или раствора (иногда воды), что способствует активному разрыхлению породы, лучшему проникновению вглубь ее цементного раствора и повышения прочности основания. При этом возможно глубокое закрепление грунта, порядка 15 – 20 м от поверхности земли.

Усиление фундаментов зданий, подвергающихся реконструкции, необходимо для восстановления монолитности и первоначальной прочности конструкций, а возможно и ее повышения. Действенным средством усиления ленточных фундаментов является их **омоноличивание** – заключение в обоймы, включаемые в совместную работу с помощью пронизывающих анкеров или металлических балок (рисунок 249 а, б). При необходимости кладку фундаментов усиливают продольными железобетонными балками, а также увеличивают площадь опоры на основание. Часто устанавливают поперечные контрфорсы (рисунок 249, в).

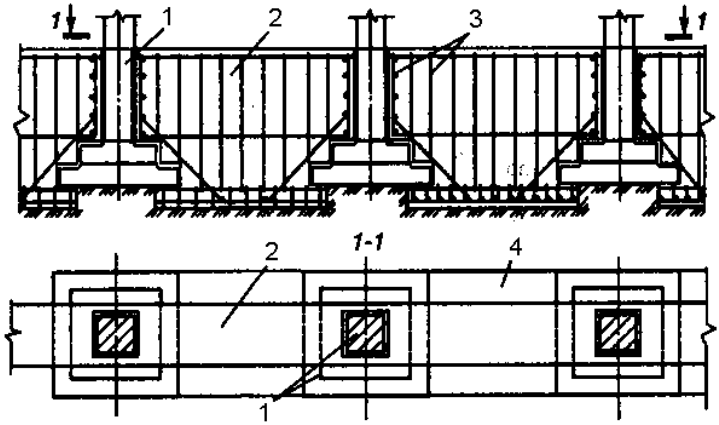
В местах значительных деформаций, увеличения нагрузок и пр., **столбчатые фундаменты часто превращают в ленточные** (рисунок 250). Между столбами возводят монолитную стенку, которую сопрягают с существующими столбами хомутами и анкерами. Выветрившуюся кладку старых фундаментов реставрируют. При необходимости сильно разрушенные участки разбирают (временно переносят нагрузку на дополнительные опоры – домкраты), затем заменяют ее новой кладкой или монолитными участками.



1 – кладка стен; 2 – железобетонная обойма; 3 – анкеры; 4 – рандбалка; 5 – опорная балка; 6 – продольная балка; 7 – контрфорс; 8 – заделка трещин раствором

а – расширение площади опоры ленточного фундамента приливами; б – то же, с передачей нагрузок на рандбалки; в – то же, с усилением кладки и устройством контрфорсов:

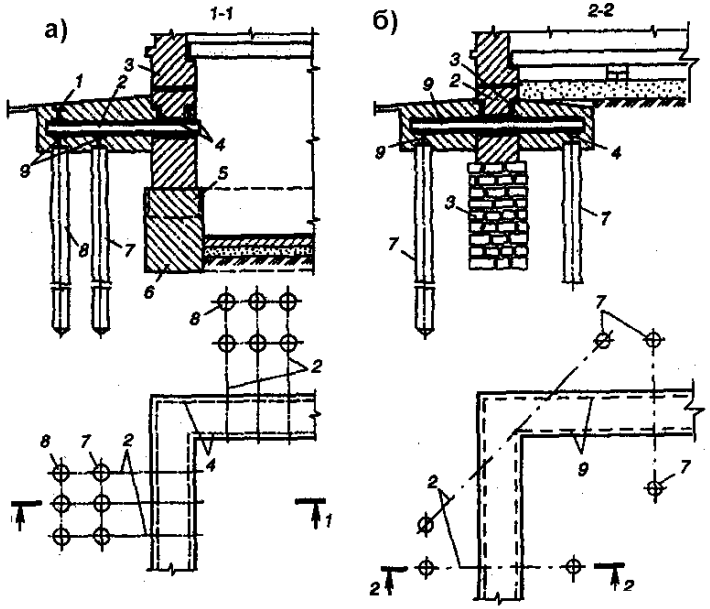
Рисунок 249 – Усиление ленточных фундаментов



1 – столбчатый фундамент; 2 – балка-диафрагма; 3 – арматурный каркас; 4 – опорное уширение диафрагмы

Рисунок 250 – Переустройство столбчатых фундаментов

В тех случаях, когда грунты оснований не в состоянии полностью воспринимать нагрузки от фундаментов, устраивают дополнительные **выносные сваи**. Во избежание разрушения зданий от вибрации, эти сваи не забивают, а применяют метод вдавливания, вкручивания или водовоздушной струи, позволяющие погрузить сваю в грунт без ударных воздействий. Оголовки фундаментов объединяют ростверком, обеспечивают надежное сопряжение с уже существующим фундаментом с помощью дополнительных рандбалок и обвязочных поясов (рисунок 251).



1 – балка-подвеска; 2 – опорная балка; 3 – существующий фундамент; 4 – рандбалка; 5 – дефектная кладка; 6 – новая часть фундамента; 7 – свая, работающая на сжатие; 8 – то же, на выдергивание; 9 – разгрузочная балка

а – сваи расположены с одной стороны; б – то же, с двух сторон:

Рисунок 251 – Устройство выносных опор фундаментов

Усиление стен и теплоизоляция фасадов

При реконструкции зданий чаще всего несущая способность стен оказывается достаточной для восприятия нагрузок. В противном случае производится установка **дополнительных опор**, чаще всего в виде колонн с опиранием на дополнительные фундаменты.

Однако, иногда мы сталкиваемся с потерей устойчивости стен, их отклонением от вертикали, что приводит к неправильной передаче нагрузок и деформациям всего несущего остова. В таких ситуациях прибегают к устройству обвязочных поясов.

Обвязочные пояса выполняются из прокатной стали, устанавливаются вертикально или горизонтально и работают на растягивающие усилия. Вертикальные пояса соединяют между собой напряженными тяжами, располагаемыми в уровне перекрытий. Горизонтальные делают замкнутыми, располагают в уровне перекрытий и последовательно напрягают снизу вверх специальными муфтами. Может быть применено электротермическое натяжение (установка в нагретом состоянии и натяжение после остывания).

Так как практически все жилые дома построены в России по старым теплотехническим нормам, проблема их **дополнительного утепления** в процессе реконструкции приобретает решающее значение. Снижение энергозатрат на отопление существующих зданий лежит в повышении сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью теплоизоляционных материалов. Проблему утепления стен реконструируемых зданий технически можно решить с помощью теплоизоляции (с наружной или внутренней стороны).

Достоинства утепления стен **изнутри** (рисунок 252):

1) выборное производство ремонтных работ;

2) круглогодичное производство ремонтных работ;

3) возможность применения большого количества эффективных теплоизоляционных материалов;

4) теплоизоляция не нуждается в защите от атмосферных воздействий, обладает огнестойкостью;

5) заполнение вспенивающимися массами (материалами с мелкоячеистой структурой и малой плотностью) пустот конструкций

даёт возможность получить в панельных стенах, а также полостях между оконными и дверными коробками и стенами монолитную, не имеющую швов теплоизоляцию.

1 – утепляемая стена;
2 – полиуретановая вспенивающаяся композиция;
3 – гипсоволокнистая плита;
4 – отделочный слой.

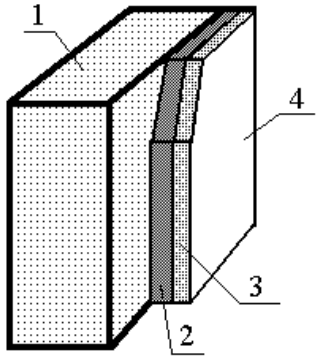


Рисунок 252 – Утепление стены с внутренней стороны

Недостатки такой системы: необходимость обеспечения пароизоляции на внутренней поверхности ограждающей конструкции, а также отсутствие утепления в зоне расположения перекрытий – образование мостиков холода в этой области.

При размещении утеплителя **снаружи** (рисунки 253 – 255):

- улучшается влажностный и тепловой режим конструкции;
- утепляется вся поверхность фасада, в том числе в уровне перекрытий;
- происходит интенсивная сушка материала стены и соответственно улучшаются теплозащитные свойства;
- снижаются температурные нагрузки на стены, и тем самым уменьшается вероятность образования в них трещин;
- проведение строительных работ происходит без отселения жильцов;
- происходит обновление фасадов;
- повышается теплозащита без уменьшения жилой площади.

При расположении утеплителя снаружи возникает необходимость в защите его от атмосферных воздействий. Существует два способа:

1) защитным экраном (теплозащитная стена с вентилируемым фасадом);

2) штукатурным защитно-декоративным слоем «мокрого» типа.

Рисунок 253 – Устройство вентилируемого фасада с облицовкой сайдингом

Рисунок 254 – Реконструкция фасада с утеплением и обшивкой сайдингом

Рисунок 255 – Реконструкция загородного дома с обновлением фасада

Ремонт и замена междуэтажных перекрытий и покрытий

В основном вопрос реконструкции или замены перекрытий возникает в случае, когда в реконструируемом здании имеются деревянные

перекрытия. Перекрытия по металлическим или железобетонным балкам обычно требуют лишь небольшого ремонта, возможно, замены отдельных конструкций. Сборные железобетонные перекрытия обладают достаточной несущей способностью и не требуют замены. Возможен локальный ремонт отдельных конструкций, который выполняется методом замоноличивания аварийного участка. Замена покрытия пола осуществляется по любым основаниям (с учетом изменения нагрузок, которые не должны превысить несущую способность перекрытий).

Работы по замене междуэтажных перекрытий при реконструкции (в случае их полной замены) составляют до 20 % сметной стоимости комплекса работ по реконструкции здания и до 50 % суммарных трудозатрат. В настоящее время разработано множество технических решений по замене и ремонту междуэтажных перекрытий в процессе реконструкции зданий. Целесообразно в соответствии с технико-экономической оценкой выбрать один из рассматриваемых ниже вариантов (рисунок 256).

Рисунок 256 – Варианты ремонта или замены междуэтажных перекрытий

Применение крупноэлементых сборных железобетонных конструкций при реконструкции зданий может рассматриваться только в том случае, если есть возможность установки в зоне реконструкции башенных кранов. Кроме того, для замены нижнего перекрытия необходимо разобрать все вышерасположенные, что может привести к потере устойчивости несущих стен и разрушению здания. Поэтому чаще принимаются решения о проведении одного из следующих вариантов:

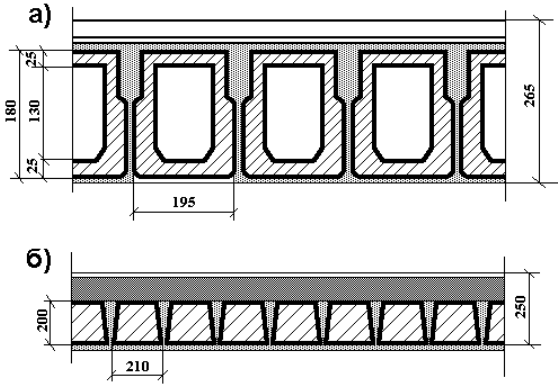
– устройства новых деревянных междуэтажных перекрытий.

– Замену конструкций старых балочных перекрытий производят в такой последовательности. Разбирают существующие перекрытия, сохраняя через одну старые балки для обеспечения устойчивости и жесткости реконструируемого здания. По мере укладки новых балок, старые удаляют, заменяя их новыми. После закрепления щитов наката по нему простилают слой рулонной пароизоляции, сверху – тепло- и (или) звукоизоляционный слой из сыпучих (керамзит, шлак, пенокрошка и др.), рулонных (войлок, минераловатные маты) или плитных (пенополистирольные, цементно-фибролитовые) материалов. После этого выполняется устройство наката для устройства пола по лагам. При устройстве и ремонте деревянных междуэтажных перекрытий особое внимание уделяется вопросам защиты деревянных конструкций от загнивания и возгорания;

– устройство сборных междуэтажных перекрытий, выполняемых из мелкоэлементных железобетонных элементов (рисунок 257). При этом подача сборных железобетонных элементов конструкций производится в оконные проемы;

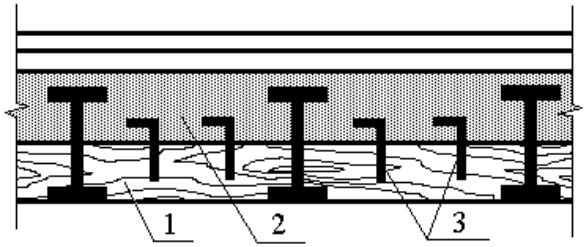
– устройство монолитных междуэтажных перекрытий. Инженером Н.В. Нечаевым было разработано и предложено новое техническое решение – устройства монолитных междуэтажных перекрытий с сохранением существующих конструкций. Сохраняемые междуэтажные перекрытия выполняют роль опалубки для железобетонной монолитной плиты перекрытия. Через остающиеся конструкции пропускают металлические штыри с шагом 700 мм, для усиления конструкции можно использовать дополнительные стальные двутавровые бал-

ки, располагаемые перпендикулярно существующим (например, деревянным). Пример показан на рисунке 258.



а – из пустотных блоков; б – из мелкоразмерных брусков.

Рисунок 257 – Варианты сборных железобетонных перекрытий из мелкоэлементых конструкций



1 – деревянные перекрытия;
2 – монолитное междуэтажное перекрытие;
3 – штыри-анкеры

Рисунок 258 – Монолитное железобетонное перекрытие с сохранением существующих деревянных перекрытий

Работы, связанные с покрытием, либо сводятся к ремонту существующего покрытия без его преобразования, либо к устройству мансарды (вновь возводимой, или устраиваемой в существующем чердачном пространстве – в этом случае производится утепление кровли), либо к устройству нового покрытия в случае надстройки этажей.

Замена окон и дверей

В ходе реконструкции старые оконные и дверные блоки заменяют на новые. Двери в жилых зданиях выполняются преимущественно деревянными (с остеклением и без). Входные двери в секции, а также двери в подвалы и на чердаки чаще всего выполняются металлическими и оборудуются запорными устройствами. Входные двери в жилую секцию оборудуются домофонами или видеофонами.

Оконные заполнения меняются чаще всего на пластиковые. Такие конструкции позволяют выполнить заполнение любого проема (даже «нестандартного»), что очень важно для зданий старой застройки. В процессе развития оконные конструкции с переплётами из всех известных материалов получили следующие усовершенствования:

– резиновые уплотнения между коробкой и створкой;

– герметичные стеклопакеты вместо простых стёкол;

– как следствие – одинарные переплёты;

– удобную и функциональную фурнитуру;

– герметичную заделку примыкания к стеновым проёмам и т.д.

При замене окон следует обратить особое внимание на зону установки окна (в «теплой зоне» стены – это позволит избежать конденсата на поверхности стекла), а также на утепление откосов, так как одинарный переплет приводит к промерзанию стены в области оконной коробки.

Реконструкция общественных и промышленных зданий

Конструкции общественных зданий в процессе реконструкции подвергаются ремонту и замене. Принципиально эти работы не отличаются от соответствующих работ в жилых зданиях. Поэтому реконструкция общественных зданий представляет в основном интерес в смысле переустройства внутреннего объема, изменения планировки в связи с возможным изменением назначения здания. Каркасные здания ввиду отсутствия внутренних преград легко могут трансформироваться с помощью переноса перегородок, изменяющих объем. Здания со стеновыми конструкциями либо сохраняют несущий остов

неприкосновенным, изменяя внутреннюю планировку с помощью перегородок и проемов, пробиваемых или закладываемых внутри несущих стен, либо трансформируются в большие внутренние объемы с помощью замены стеновых конструкций на ряд колонн и ригелей, воспринимающих нагрузку от здания. Верхние этажи могут освобождаться от внутренних опор, давая возможность устройства больших объемов, при этом конструкции покрытия должны быть заменены на большепролетные стропильные конструкции, либо пространственные покрытия.

Реконструкция промышленных зданий предполагает усиление существующих конструкций, замену аварийных участков и возможную перепланировку внутреннего пространства. Реконструкция промышленной застройки одновременно с решением технологических проблем должна привести к полному соответствию предприятий современным техническим, социальным, санитарным, экологическим, архитектурно-художественным и экономическим требованиям. Она должна предусматривать:

– упорядочение планировки, использование резервных и освобождаемых участков с созданием четкой системы магистралей, проездов, проходов;

– упорядочение транспортных связей на и за территорией предприятия, организацию стоянок для индивидуального транспорта;

– улучшение инженерного оборудования с упорядочением подземного хозяйства и созданием, по возможности, общих с жилыми районами города инженерных коммуникаций.

– Последнее положение предполагает сброс отработанных вод в общую систему канализации города, что возможно только при их полной предварительной очистке. Кроме того, с учетом возрастающих экологических требований, обязательно должны быть предусмотрены:

– мероприятия по использованию более современных технологий с уменьшением количества выбросов в окружающую среду вредных веществ;

– сооружение очистных и улавливающих вредные выбросы сооружений;

– создание требуемых санитарно-гигиеническими нормами защитных зон вокруг предприятий с выводом из этих зон детских, лечебно-оздоровительных учреждений и жилых зданий;

– изменение профиля производств с учетом имеющихся санитарно-защитных зон (в случае окружения промышленной территории жилой застройкой).

В случае «врастания» промышленной зоны в жилую застройку необходимо учитывать требования экологической безопасности населения. Если современные технологии позволяют осуществлять производство с минимальным загрязнением среды и существующие санитарные зоны удовлетворяют требованиям, реконструкция предприятия осуществляется на существующей территории. Если предприятие осуществляет «вредное» производство, то территория промышленной зоны очищается и используется для жилой или общественной застройки, а производство переводится на территорию, достаточно удаленную от селитебной зоны.

Вопросы для самоконтроля

1. Совпадают ли понятия реконструкции и капитального ремонта?
2. Каковы цели реконструкции?
3. Какие задачи решаются при реконструкции?
4. Какие зоны городской территории с позиции градостроительного вмешательства выделяются в старых городах? Какие виды охранных зон вы знаете?
5. Какие свойства жилой застройки определяют ее качество?
6. Какие виды работ проводятся при реконструкции старых исторических центров городов?
7. Какие градостроительные решения позволяют оптимизировать транспортное движение?
8. Каковы два метода реконструкции жилой застройки? Какие преимущества имеет групповой метод?

9. Какие основные варианты реконструкции жилых домов используются для увеличения жилой площади?
10. Какие задачи и методы укрепления оснований вы знаете?
11. Чем отличаются способы усиления ленточных и столбчатых фундаментов?
12. Возможно ли использование дополнительных свай для увеличения несущей способности фундаментов?
13. Какой способ утепления фасадов – изнутри или снаружи – предпочтительнее?
14. Какие варианты ремонта или замены междуэтажных перекрытий вы знаете?
15. Какие усовершенствования внедрены в оконные конструкции? Какие вопросы при замене окон требуют особого внимания?
16. Какие особенности возникают при реконструкции общественных и промышленных зданий?

14 ОСНОВЫ РЕСТАВРАЦИИ

Россия располагает уникальными памятниками зодчества различных веков, стилей и типов, расположенными на всей огромной территории страны и составляющими ценнейшую часть национального культурного наследия. Деревянные и каменные сооружения свидетельствуют о творческом потенциале народа, его историческом прошлом.

Реставрация – совокупность научно-исследовательских, проектных, реставрационно-восстановительных и консервационных работ и мероприятий по воссозданию нарушенного первоначального облика памятников искусства и архитектуры, включая здания, сооружения и их комплексы, выполняемых на основе специальных исследований их исторической достоверности и архитектурно-художественной ценности

В основе деятельности по изучению, реставрации, надзору за сохранностью памятников архитектуры лежит объективная историческая оценка каждого памятника, его художественного, исторического и научного значения. Оценка памятника должна быть научно и документально обоснована. Реставрация утраченных частей осуществляется только при наличии всех необходимых данных, но не на основании домыслов и стремлений к эффектному подновлению. Научный исследовательских подход способствует воссозданию художественного образа архитектурного памятника с подлинной исторической достоверностью.

Работы по реставрации памятников архитектуры включают:

– архивные исследования (подбор и изучение сохранившихся чертежей, зарисовок, фотографий и пр.);

– выполнение обмеров сохранившихся частей памятников;

– укрепление сохранившейся каменной кладки, деревянных конструкций, фрагментов отделки и пр.;

– восстановительные работы (воссоздание утраченных элементов зданий, воспроизведение деталей, фрагментов, отделки и т.п.).

Работа с архивными материалами позволяет провести оценку значимости архитектурного сооружения (отдельного здания или целого комплекса) с точки зрения его исторической и художественной ценности; оценить степень сохранности и размеры необходимых восстановительных работ (рисунки 259, 260). Помимо этого, изучаются аналогичные объекты, что позволяет разработать проект восстановления памятника в случае утраты значительной части здания и отсутствия данных по исследуемому объекту.

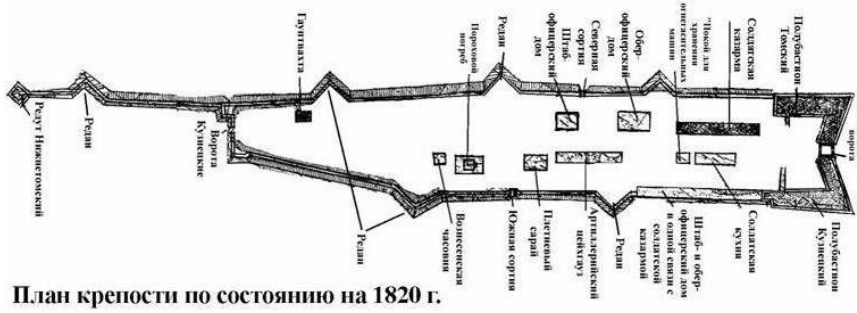


Рисунок 259 – План Кузнецкой крепости

Рисунок 260 – Фотография Кузнецкой крепости 1934 г.

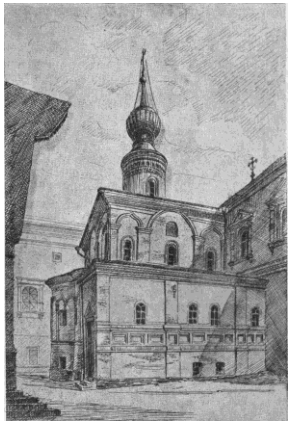
Изучение архивных материалов позволяет выполнить и научные изыскания: уточнить возраст сооружения, определить авторство зодчих, возводивших тот или иной памятник, восстановить исторический облик, так как нередко старинные здания на протяжении веков подвергались перестройке.

Обмерные работы проводятся с целью сохранения существующих памятников, а также для разработки проектов восстановления исторических зданий и сооружений. Одновременно проводятся зарисовки, фотофиксация состояния сооружения, изучение конструкций, определение возраста кладки, росписи и т.п.

На рисунке 261 показаны фотографии Кузнецкой крепости до реставрации, выполненные в 1980 г.

Рисунок 3 – Кузнецкая крепость. Фото 1980 г. Вид сверху и сохранившиеся части кладки стены и сооружений на территории Кузнецкой крепости

Церковь Ризоположения в Московском Кремле, исследованная архитектором Л.А. Петровой показана на рисунке 262. В результате исследования был разработан проект реконструкции церкви, в соответствии с которым воссоздан первоначальный вид памятника.



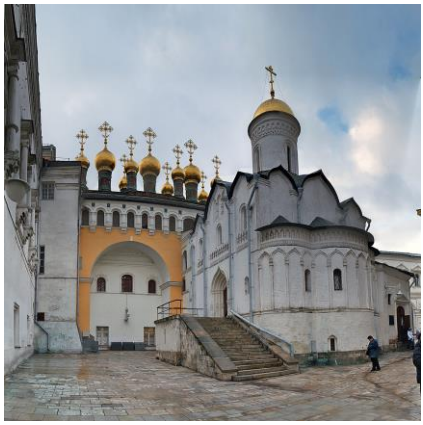


Рисунок 262 – Церковь Ризоположения в Московском Кремле: рисунок северного фасада до реставрации и проект реставрации арх. Л.А. Петровой, современное состояние

На рисунке 263 изображен обмер антаблемента западного портала церкви Григория Неокесарейского в Москве. В результате проведенных обмерных работ в церкви и сопровождавшего их изучения архивных материалов была уточнена дата сооружения церкви, история ее возведения, фамилии мастеров, участвовавших в возведении храма, обнаружены элементы белокаменной резьбы (на рисунке), расчищены закрашенные прежде изразцы.

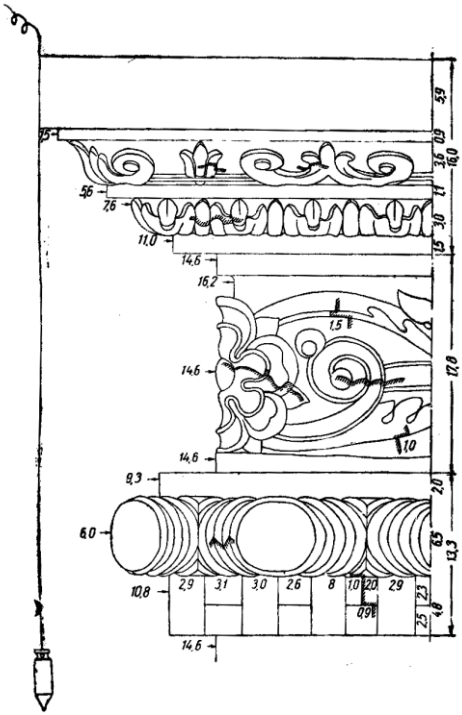


Рисунок 263 – Антаблемент западного портала церкви Григория Неокесарейского (обмер арх. В.Д. Стерлигова)

Укрепление сохранившихся конструкций проводится различными способами в зависимости от материалов.

Деревянные сооружения особо подвержены влиянию времени. Поэтому они требуют защиты от гниения, от жуков-древоточцев, от возгорания и т.д. В настоящее время имеются достаточно эффективные пропитки, позволяющие на несколько лет надежно защитить древесину от всех вышеперечисленных проблем. После выполнения защитных мероприятий по сохранившимся конструкциям, участки поврежденного дерева заменяют на новые, соединяя их с сохранившимися клеем, либо обычными способами соединения деревянных конструкций. На рисунке 264 показаны памятники русского деревянного зодчества.

Укрепление каменных конструкций, подвергшихся разрушению, представляет собой одно из главных и первоочередных мероприятий.

Рисунок 264 – Кижи

Вначале производится обследование кладки: осмотр для установления причин разрушения, определение размеров трещин и их направления (наличие сквозных трещин, их связанность между собой, давность и степень заполнения трещин пылью), определение общей устойчивости кладки и отдельных ее частей, установление состояния материала кладки (степени выветренности, остаточная прочность и пр.).

Прежде для определения остаточной прочности кладки выполнялось выпиливание из нее кубиков и испытание их на прочность, в настоящее время используются неразрушающие методы контроля состояния конструкций (вдавливание в кладку специальных деталей – шариков, пирамид, конусов – с определенным динамометром усилием и дальнейший пересчет; контроль наличия скрытых дефектов с помощью ультразвука, либо рентгеновских установок и т.п.).

Проводится химический анализ элементов кладки (в основном растворов), позволяющий учесть примеси, которые могут вредно влиять на кладку при соединении с укрепляющими нагнетаемыми в кладку при восстановлении растворами.

Проектом укрепления каменной кладки предусматриваются:

– способы, места подачи и последовательность введения раствора;

– способы очистки трещин от накопившейся пыли;

– места и способы обмазки снаружи раскрытых трещин;

– состав нагнетаемого раствора (смеси) с выбором вяжущего, его консистенция;

– давление, под которым раствор подается в толщу кладки.

Определяется ориентировочная емкость трещин.

Подача раствора может осуществляться несколькими способами: ***заливкой сверху*** (используется для заполнения раскрытых сверху швов сводов, больших выбоин и пустот в несущих стенах); ***подача раствора через скважины*** (пробуриваются отверстия, затем производится очистка и промывание трещин от пыли, грязи, мусора, раствор нагнетается под давлением 2 – 2,5 атм. в толщу кладки, начиная с нижних трещин, процедура повторяется трижды через сутки, заделываются трещины на лицевой поверхности кладки); **введение раствора через прижимные инъекторы** (трещины очищаются и промываются, формируются гнезда для инъекторов, осуществляется нагнетание раствора в толще кладки, затем гнезда удаляются и проводится заделка трещин на лицевой поверхности кладки).

Восстановление элементов отделки в основном относится к расчистке поверхностей от наслоений краски, иногда штукатурки, восстановлении поврежденных слоев штукатурки, восстановлению красочного слоя живописных фрагментов (фресок, панно, выкрасок и т.п.), восстановлению мозаичных поверхностей. На рисунке 265 показан фрагмент разрушенной мозаичной отделки.

Реставрация живописи, по сути, означает ее восстановление в первоначальном виде с добавлением всего утраченного. Однако, часто применяется и другой подход: реставрация памятника – его спасение от дальнейшего разрушения, укрепление, расчистка от наслоений, но не добавление утраченных участков. В этом случае на местах утрат выполняется покрытие нейтральным тоном. Такой метод носит название «фрагментаризация». В разные периоды предпочтение отдавалось разным методам.

Рисунок 265 – Разрушенная мозаичная отделка Шах-Зинде

В начале работ проводится обследование состояния отделочных слоев (рисунок 266) и определение объемов работ. Поверхности расчищаются от последующих наслоений (меловые побелки удаляются сухим способом щетками и затем протираются ватными тампонами, смоченными в воде, темпера удаляется прокатыванием теста или хлебного мякиша, слои штукатурки размягчаются водой и счищаются скальпелями, солевые образования счищаются маленькими щеточками и скальпелями, масляные записи – специальными растворами).

Рисунок 266 – Состояние фрески до реставрации

Укрепление фрескового грунта осуществляется путем заштукатуривания утраченных участков растворами на основе казеина, гипса или цемента. Укрепление красочного слоя производится растворами и клеями: животными клеями (желатин), казеином и др.

На рисунке 267 показаны работы по восстановлению окраски потолка и фресок.

Рисунок 267 – Восстановление красочных поверхностей

Как уже было сказано ранее, достаточно часто восстановления утраченных фрагментов не выполняют, однако для многих памятников изготовление элементов резьбы, окраски, фресок и мозаик позволяет восстановить их первоначальный облик, не нарушая историческую ценность объектов. Утраченные фрагменты заменяются на новые, выполнение из современных материалов. Часто заменяющие элементы значительно отличаются по цвету от сохранившихся. Специалисты историки, архитекторы определяют необходимость «состаривания» таких фрагментов.

На рисунках 268 – 273 представлены фрагменты восстановленных частей здания, мозаичной отделки, зданий и комплексов.

Рисунок 268 – Мозаичный деревянный пол

Рисунок 269 – Восстановление каменной резьбы

Рисунок 270 – Реставрация росписи на потолке

Рисунок 271 – Кузнецкая крепость после реставрации

Рисунок 272 – Восстановленная мозаика в храме «Спас на Крови» в Санкт-Петербурге

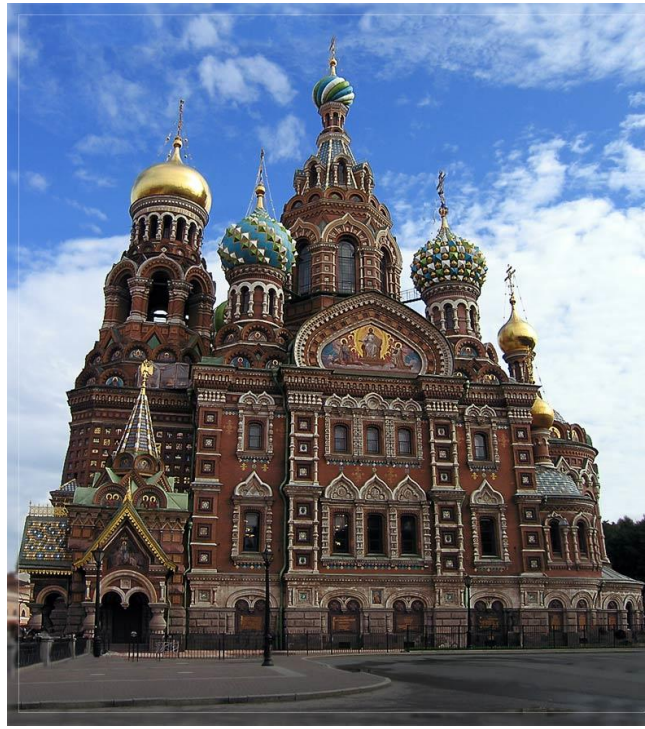


Рисунок 273 – Общий вид собора после реставрации

Вопросы для самоконтроля

1. Что лежит в основе оценки архитектурных памятников?
2. Что входит в состав работ по реставрации памятников архитектуры?
3. Что дает работа с архивными материалами?
4. С какой целью проводятся обмерные работы?
5. От чего зависит способ укрепления сохранившихся конструкций?
6. Какие способы используются для укрепления каменной кладки? В какой последовательности проводятся восстановительные работы?
7. Что такое «метод фрагментаризации» настенной живописи?
8. Какие виды работ и в какой последовательности проводятся при реставрации фресок?

15 СТРОИТЕЛЬСТВО В РАЙОНАХ С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ

Строительство в сейсмических районах

Основные положения

Сейсмическими называются районы, подверженные землетрясениям. ***Землетрясения*** – это упругие колебания земной коры, вызванные в большинстве случаев тектоническими движениями в ее толще, иногда связанные с извержениями вулканов или обвалами потолков подземных карстовых пустот, в редких случаях землетрясения могут возникнуть в результате деятельности человека (проведение взрывных работ, например). Эти колебания распространяются от области возникновения подземного удара (очага) во все стороны в виде упругих волн, называемых сейсмическими волнами. В зонах сейсмической активности возможная сила и интенсивность землетрясений для различных районов различна. В пределах России выделены районы с сейсмичностью от 6 до 11 баллов (шкала Рихтера до 12 баллов максимум, Кемеровская область относится к району с сейсмичностью 7 баллов) (рисунок 274). Сейсмичность, не более 6 баллов для зданий и сооружений считается не опасной (при условии выполнений всех технологических требований возведения) и при проектировании дополнительно не учитывается.

Степень сейсмичности территорий и населенных мест также оценивается в баллах, данные приведены в СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования» [13]. Сейсмическими считаются районы, в которых имеют место землетрясения силой 6 баллов и выше. В России сейсмические районы занимают около 20 % всей территории. Наибольшая сила землетрясений, зарегистрированных на территории России, составляет 9 баллов. Строительные нормы не допускают возведения зданий на площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов.

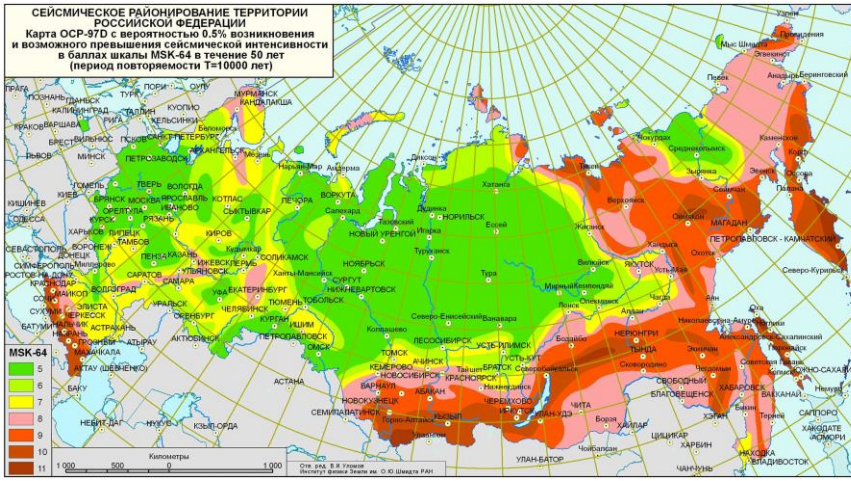


Рисунок 274 – Карта сейсмического районирования РФ

Проявление силы землетрясения даже в пределах небольшой территории в зависимости от геологических и гидрогеологических условий конкретного участка может отличаться от принятого по району на 1 – 2 балла. Это может привести к изменению сейсмических нагрузок на здание до 2 – 4 раз. Поэтому для размещения здания в том или ином районе расчетная сейсмостойкость его должна приниматься исходя не из общих сведений сейсмического районирования, а на основе конкретных данных о сейсмичности участка застройки.

Способность зданий и сооружений противостоять сейсмическим воздействиям называют сейсмостойкостью. Для достижения необходимой сейсмостойкости зданий, строящихся в сейсмических районах, конструкции их рассчитывают не только на обычные нагрузки, но и на действие горизонтальных инерционных сил, возникающих в здании во время землетрясения. Эти силы носят перемежающийся характер и могут действовать в различных направлениях. Численная величина их определяется динамическим расчетом, в зависимости от ряда факторов, в том числе от сейсмических уско-

рений, максимальные значения которых для каждого балла известны.

Однако практика показала, что помимо расчетов сейсмостойкость сооружений в очень большой степени зависит от применения целого ряда конструктивных мер, разработанных на основании изучения и анализа характера разрушений, вызываемых землетрясениями (рисунок 275).

Рисунок 275 – Разрушение зданий в результате землетрясений

Основные требования к сейсмостойким зданиям и их конструкциям

1. **Выбор участка.** Основные требования к сейсмостойким зданиям и сооружениям сводятся к правильному выбору участка строительства, конструктивного решения и строительных материалов, а также к обеспечению высокого качества строительных работ. Степень сейсмического воздействия в значительной мере зависит от характера грунтов. Наилучшими в этих условиях являются скальные, а также плотные маловлажные крупнообломочные породы. Плотные сухие грунты могут ослаблять сейсмические воздействия, а рыхлые водонасыщенные грунты, особенно при резко выраженном рельефе местности, усиливают сейсмический эффект.

2. Объемно-планировочное решение зданий в условиях сейсмики отличается от обычного рядом особенностей. Здания должны обладать **минимальным весом** и для увеличения устойчивости по возможности более **низким расположением центра тяжести**.

Для обеспечения равномерного распределения сейсмических нагрузок **форма зданий** в плане желательна простая и компактная – круглая, многоугольная, квадратная или приближающаяся к квадратной, без выступов, впадин и переломов стен. При сейсмичности 8 и 9 баллов это требование является обязательным. Внутренние стены, рамы каркаса, диафрагмы следует располагать равномерно и симметрично относительно центра тяжести здания. Внутренние стены должны быть сквозными на всю ширину или длину здания. **Симметричное и равномерное в плане размещение масс и жесткостей** позволяет избежать развития крутящих моментов при воздействии сейсмических сил, а значит, и смещения отдельных частей здания по отношению друг к другу и разрушения их. Общая протяженность здания и его высота не должны превышать установленных нормами для сейсмичности данной балльности.

3. В тех случаях, когда по функциональным требованиям здание должно быть протяжённым или сложным по очертанию в плане, а также если перепады высот отдельных его частей достигают 5 м и более; здание следует разделять на отдельные, простые по форме **отсеки**. Разделяющие здание на отсеки **антисейсмические швы** устраивают в виде сдвоенных стен в бескаркасных зданиях или в виде спаренного ряда колонн в каркасных. Антисейсмический шов делит здание по всей высоте до фундамента. Обычно его совмещают с температурным или осадочным швом. Ширина шва для зданий высотой до 5 м должна быть не менее 3 см, увеличиваясь на 2 см на каждые последующие 5 м высоты. В одноэтажных зданиях высотой до 10 м при расчетной сейсмичности 7 баллов допустимо антисейсмические швы не делать.

В пределах отсека, ограниченного антисейсмическими швами, должны быть выдержаны одни и те же конструктивная схема, этажность, материалы конструкций и изделий.

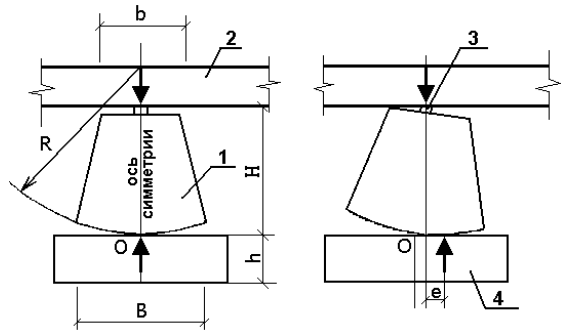
4. Глубина заложения **фундаментов** принимается такой же, как и в несейсмических районах, однако уровень их закладки должен, как правило, **быть одинаковым для всего здания или отсека**. Под несущие каменные стены следует применять ленточные фундаменты, дополнительно учитывая особые правила, установленные СНиП [5], устройства фундаментов и стен подвалов из сборных бетонных и железобетонных блоков, в частности в отношении пере-

вязки швов и установки арматурных связей. В зданиях каркасного типа фундаменты под колонны делают железобетонными монолитными или сборными, причем отдельные фундаменты связывают между собой железобетонными фундаментными балками, часто применяют фундаменты в виде перекрестно-ребристой или сплошной плиты. При расчетной сейсмичности 9 баллов должны быть связаны между собой и внутренние колонны.

В зданиях повышенной этажности глубину заложения фундаментов рекомендуется увеличивать за счет устройства коробчатых фундаментов. При устройстве свайных фундаментов следует применять забивные сваи, а не набивные.

В настоящее время разработаны специальные сейсмостойкие фундаменты, позволяющие строить безопасные здания в сейсмоопасных районах. Это кинематические фундаменты (рисунок 276), фундаменты с гибкими стержнями (рисунок 277), роликовые фундаменты (рисунок 278) и другие.

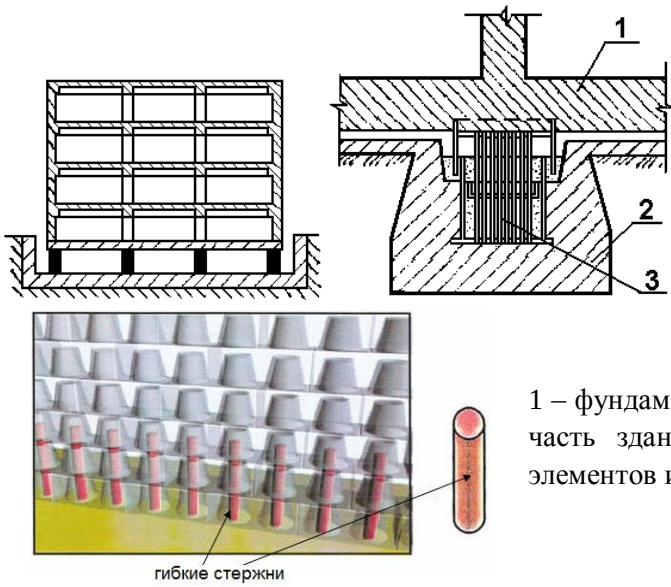
Конструктивные решения кинематических фундаментов (КФ). Кинематический фундамент (КФ) представляет собой часть шара радиуса R (рисунок 276) свободно опёртую на опорную фундаментную плиту (ОП) или другое твёрдое основание, и шарнирно связанную с надфундаментными конструкциями. Фундаменты в виде тумбы или стойки с уширенной пятой могут иметь различные очертания боковых поверхностей, симметричные относительно вертикальной оси.



1 – кинематический фундамент;
2 –ростверк;
3 – шарнирное соединение;
4 – опорная плита

Рисунок 276 – Конструктивная схема кинематического фундамента

Конструкции с гасителями колебаний между фундаментом и опорными частями зданий (рисунок 277), в качестве которых обычно используются элементы, изготовляемые из мягкой стали. позволяют выдерживать значительные сейсмические нагрузки даже в высотных зданиях – при пластических деформациях демпферные элементы поглощают значительное количество энергии колебаний.



1 – фундамент; 2 – опорная часть здания; 3 – набор элементов из мягкой стали

Рисунок 277 – Конструкции опоры с гасителями колебаний в виде набора элементов, изготавливаемых из мягкой стали

Конструкции с катковыми опорами (рисунок 278) – имеют множество решений, но общим для них является наличие подвижных и окаймляющих элементов, взаимодействие которых создаёт возвращающие силы при смещении.

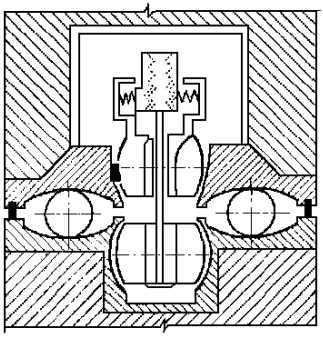


Рисунок 278 – Общий вид конструкции сейсмоизолирующего фундамента с катковыми опорами

5. **Каркасные здания** конструируют обычным способом, но при расчете сечений конструктивных элементов и их стыков учитывают дополнительные сейсмические нагрузки. Особое внимание следует обращать на то, чтобы диафрагмы и связи, воспринимающие горизонтальную нагрузку, устраивались на всю высоту здания и располагались симметрично по отношению к центру тяжести.

Ограждающие стеновые конструкции каркасных зданий следует выполнять из легких навесных панелей. Если заполнение стен делается из каменной кладки, ее необходимо надежно связать с каркасом выпусками арматуры. При сейсмичности 9 баллов кроме выпусков из колонн необходимо сквозное перекрестное армирование, связанное с выпусками арматуры из верхних и нижних ригелей. Высота самонесущих стен в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов не должна превышать соответственно 18, 16 и 9 м.

Крупнопанельные здания следует проектировать с продольными и поперечными стенами одинаковой жесткости, образующими совместно с перекрытиями жесткую устойчивую систему. Наружные стены рассчитывают на горизонтальную нагрузку. Расстояние между поперечными стенами принимают не более 6 м. Панели перекрытий изготовляют размером на комнату и с рифлеными гранями для последующего замоноличивания. Стыки панелей стен и перекрытий осуществляют путем сварки арматуры по принципу непрерывного армирования.

Этажность зданий с несущими **каменными стенами** не должна превышать в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов соответственно 6, 5 и 4 этажей. При этом отношение высоты этажа к толщине стены должно быть не больше 12. Расстояние между осями поперечных стен разрешается применять в пределах от 9 до 18 м в зависимости от категории кладок и расчетной сейсмичности. Применение многорядной системы **перевязки в кирпичных стенах** допускается при условии устройства тычковых рядов не реже чем через три ложковых. Углы и места примыкания внутренних стен к наружным следует усиливать **арматурой**, а при сейсмичности 9 баллов – армировать также места пересечения стен. Ширина рядовых и угловых простенков должна быть не менее установленных СНиП.

Несущие конструкции первых этажей, включающие магазины и другие помещения со свободной планировкой, выполняют **в монолитном железобетоне.**

6. Во всех продольных и поперечных стенах на уровне перекрытий устраивают **антисейсмические пояса**, образующие сплошную, непрерывно армированную горизонтальную раму. Кладка стен, расположенная под антисейсмическим поясом и над ним, должна быть связана вертикальными выпусками арматуры. Ширина антисейсмического пояса принимается на всю толщу стены или меньше на 0,5 кирпича с наружной стороны. Высота пояса должна быть не менее 150 мм.

7. **Перемычки** над оконными и дверными проемами следует применять, как правило, железобетонные, монолитные или сборные. Рекомендуется использование в качестве перемычек железобетонных поясов. Дверные и оконные проемы при сейсмичности 8 и 9 баллов должны иметь **монолитное железобетонное обрамление.**

8. Для сейсмостойкости зданий большое значение имеет **жесткость перекрытий**. В связи с этим сборные железобетонные перекрытия и покрытия должны замоноличиваться. Для этого из панелей перекрытий делают выпуски арматуры или создают боковые рифленые поверхности сборных плит, которые после заливки швов раствором обращают перекрытие в монолитный диск. Связь перекрытий

со стенами осуществляется путем их заанкеривания в антисейсмических поясах.

9. **Лестницы** рекомендуется применять крупносборные с заделкой опорных частей в кладку не менее чем на 250 мм, с их анкеровкой или с надежными сварными креплениями. Консольная заделка ступеней не допускается.

10. Устройство **лоджий** допускается в зданиях при сейсмичности до 8 баллов, причем их боковые стенки должны быть продолжением поперечных несущих стен. Проем лоджий должен иметь железобетонное обрамление. Устройство проездов под зданиями **с** несущими стенами не рекомендуется, а при сейсмичности 9 баллов не допускается. **Балконы** должны выполняться в виде консольных выпусков панелей перекрытий (или надежно **с** ними соединяться). Вынос балконов ограничивается до 1 м.

На рисунках 279 – 284 показаны высотные здания, считающиеся самыми сейсмостойкими в мире.

Рисунок 279 – Bank Tower
(Лос-Анджелес, Калифорния)

Рисунок 280 – Башня Майор
(Torre Mayor),
(Мехико, Мексика)

Рисунок 281 – Yokohama Landmark Tower ("Башня-ориентир", Иокогама, Япония)

Рисунок 282 – Трансамерика (Transamerica Pyramid), (Сан-Франциско, Калифорния)

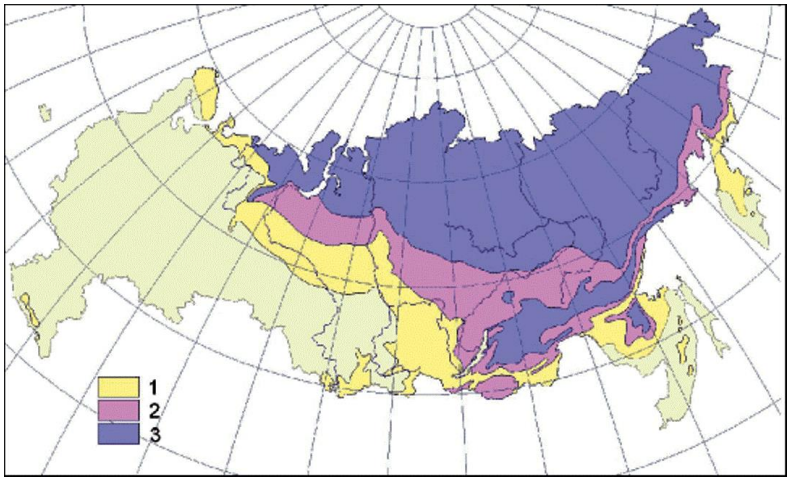
Рисунок 283 – Тайбэй 101 (Тайбэй, Тайвань)

Рисунок 284 – Бурдж-Халифа (Дубай, ОАЭ)

Строительство в районах Крайнего Севера

К районам Крайнего Севера относятся территории с продолжительным зимним периодом и низкими зимними температурами в сочетании с частыми сильными ветрами и снежными заносами. Для этих районов характерны повышенная влажность на побережьях морей и океанов, малая естественная освещенность в холодные периоды, вечномерзлое состояние грунтов, почти полное отсутствие растительности.

Вечномерзлыми называются грунты, сохраняющие в природных условиях постоянную отрицательную или нулевую температуру многие сотни и даже тысячи лет. Такие грунты занимают до 26 % площади земной суши и составляют около 67 % территории России (рисунок 285). Верхний, покровный слой грунта, расположенный над вечномерзлыми пластами и подвергающийся сезонному замерзанию и оттаиванию, называется ***деятельным слоем***. Мощность деятельного слоя весьма различна и в зависимости от геологических условий колеблется в пределах от 0,5 до 4 м и более.



1 – островное; 2 – прерывистое; 3 – сплошное

Рисунок 285 – Зоны распространения многолетних мерзлых пород на территории России

Учитывая грунтовые особенности этих районов, первостепенное значение в них приобретает правильный выбор площадок строительства на основе всестороннего геологического и гидрогеологического исследования грунтовых условий. Наиболее благоприятными являются площадки с сухими непучинистыми грунтами (скальными, гравийно-песчаными и т. п.), не подверженные образованию наледей и провалов.

Методы строительства и конструктивные мероприятия

1. Низкие зимние температуры и сильные ветры учитываются при разработке конструкции, состава и толщины ограждающих конструкций зданий в соответствии с требованиями **тепловой защиты** [9]. Обеспечивается воздухонепроницаемость стен, дверей, окон; остекление принимается тройное. Входы в жилые и общественные здания оборудуются двойным тамбуром, по возможности с поворотом по направлению движения.

2. Здания строятся **простые в плане**, избегая мест, способствующих накоплению снежных заносов. Следует избегать крыш сложного профиля, дабы исключить образование снежных мешков, значительно увеличивающих снеговые нагрузки. На фасадах не рекомендуется устройство карнизов, поясков, ниш и выступов. Устройство лоджий, как правило, не допускается, а в районах с наиболее низкими температурами не допускается и устройство балконов.

3. Строительство зданий и сооружений в районах вечной мерзлоты осуществляется, в зависимости от геологических, гидрогеологических и климатических условий, рядом методов. В пределах одного здания или сооружения применение различных методов для отдельных его частей не допускается даже при наличии осадочных швов.

Метод I – возведение зданий ***обычными способами***. Он применяется при надежных основаниях, слагаемых скальными и полускальными породами, не имеющих значительных трещин, заполненных льдом или мерзлым грунтом, т.е. в тех случаях, когда вечная мерзлота не имеет практического значения. При глубине залегания

таких оснований менее 3 м фундаменты принимаются ленточными; при глубине 3 – 4 м – столбчатыми (железобетонными) или свайными, а при глубине более 4 м – свайными с заглублением свай в толщу ненарушенной структуры путем устройства соответствующей глубины буровых скважин.

Метод II – ***сохранение грунтов основания в вечномерзлом состоянии***. Этот метод получил широкое применение при строительстве на просадочных и других слабых льдонасыщенных грунтах мощностью не менее 15 м с устойчивым температурным режимом. Возведение фундаментов в этих случаях ведется при отрицательных температурах наружного воздуха.

При строительстве отапливаемых зданий осуществляется надежная защита основания от тепловых потоков устройством ***круглогодично проветриваемого*** (холодного) ***подполья*** высотой в зависимости от ширины здания в пределах от 0,5 до 1 м и более. Поверхность грунта в подполье покрывается слоем термоизоляционного материала (шлак, торф, мох и др.). На летнее время года теплоизоляция осуществляется и снаружи по периметру здания шириной не менее 1 м с устройством по ней дощатого тротуара по лагам. Для проветривания подполья в цоколе устраиваются продухи, позволяющие регулировать поступление воздуха в зависимости от времени года. Размеры их устанавливаются теплотехническим расчетом. В отдельных случаях в зданиях с большими тепловыделениями охлаждение воздуха в подполье осуществляется при помощи вентиляторов с подачей охлажденного воздуха. Перекрытие над подпольем выполняется с надлежащей теплоизоляцией.

Для обеспечения лучшей теплоизоляции здания строятся без цокольной части с подъемом первого этажа над поверхностью земли (рисунок 286).

При строительстве неотапливаемых зданий сохранение вечномерзлого грунта в основании обеспечивается лишь устройством снаружи по периметру здания теплоизоляции на летний период времени.

Фундаменты зданий, осуществляемых методом II, рекомендуется принимать столбчатыми или свайными.

Рисунок 286 – Дома «на курьих ножках»

Для свайных фундаментов применяются в основном железобетонные сваи, погружаемые в предварительно пробуренные скважины. Перед установкой свай часть скважины заливается глиняным раствором, который заполняет зазор между стенкой и установленной сваей, обеспечивая надежное смерзание последней с грунтом.

Метод III заключается в ***допущении оттаивания грунта в основании***. Он применяется при строительстве на грунтах, не подвергающихся большой осадке при оттаивании. Для обеспечения медленного и равномерного оттаивания грунта в основании осуществляют следующие мероприятия:

– при непучинистых грунтах деятельного слоя глубина заложения фундаментов принимается минимальной (но не менее конструктивной);

– при пучинистых грунтах деятельного слоя их заменяют в зоне фундамента непучинистыми грунтами.

Метод IV – ***предпостроечное оттаивание и уплотнение грунтов*** в основании. Этот метод применим лишь для зданий с тепловым режимом, не допускающим в процессе эксплуатации восстановления мерзлого состояния оттаявших грунтов. Оттаивание вечномерзлых грунтов осуществляется при помощи пара, нагретой воды, электропрогрева, фильтрационно-дренажного способа, а также при помощи солнечного тепла в летнее время.

4. Кроме того, необходимо повышение конструктивной жесткости зданий и сооружений, обеспечивающей меньшую их чувствительность к неравномерным осадкам. Это достигается **армированием кладки стен** в углах и пересечениях, усилением скрепления перекрытий со стенами при помощи анкерных болтов, устройством при необходимости непрерывных **железобетонных поясов** по всей толщине наружных и внутренних стен, замоноличиванием с ними перекрытий и ряд других конструктивных мероприятий, предусматриваемых техническими условиями в зависимости от конструктивной схемы и размеров здания, его теплового режима и других факторов.

Строительство в районах с жарким климатом

Территории отличаются повышенным воздействием солнечной радиации на поверхности, очень высокими летними температурами, малыми скоростями а иногда и отсутствием ветра, низкой влажностью.

Мероприятия при строительстве в районах с жарким климатом

1. Рациональная **ориентация** зданий с учетом сторон света: помещения для отдыха должны быть сориентированы на восток, северо-восток, юго-восток; помещения дневного пребывания могут быть ориентированы на юг, юго-запад. Западной ориентации жилых помещений следует избегать.

2. Для уменьшения воздействия солнечной радиации рекомендуется окраску и отделку стен и покрытий зданий материалами **светлых тонов (**рисунок 287).

Рисунок 287 – Индивидуальный жилой дом в Самарканде

3. Следует использовать различные **защитные устройства**: жалюзи, экраны, увеличенные свесы крыш, козырьки над оконными и дверными проемами, лоджиями и балконами (рисунки 288, 289).

Рисунок 288 – Устройство козырьков над окнами

Рисунок 289 – Горизонтальные и поворотные жалюзи над оконными проемами

4. Использование **слоистых вентилируемых ограждающих конструкций**, что способствует уменьшению теплопроводности и исключает перегрев помещений. В продухах обеспечивается естественная или принудительная циркуляция воздуха, способствующая охлаждению конструкций в условиях летнего перегрева (рисунок 290).

Рисунок 290 – Здание с вентилируемым фасадом в виде решетки

Строительство на просадочных грунтах

К **просадочным** относятся грунты, которые, находясь в напряженном состоянии от внешней нагрузки и собственного веса, дают при замачивании дополнительные деформации, называемые просадками. Они могут вызывать нарушение прочности зданий вплоть до их разрушения (рисунки 291, 292).

В зависимости от величины просадки грунты подразделяются на два типа:

I тип – просадка под действием собственного веса при замачивании практически отсутствует или не превышает 50 мм;

II тип – просадка при тех же условиях превышает 50 мм.

Рисунок 291 – Обрушившаяся из-за неравномерной просадки грунта секция здания в пос. Черский

Рисунок 292 – Просадка грунта под проезжей частью

Определение типа просадочности грунта для новых районов строительства производится путем их опытного замачивания в полевых условиях, для застроенных районов – на основе местного опыта и специальных лабораторных исследований образцов грунта.

Мероприятия при возведении зданий на просадочных грунтах

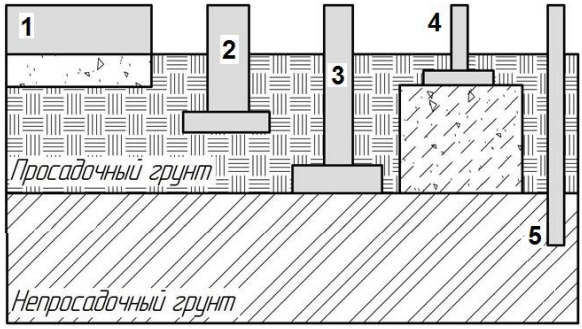
При возведении зданий на просадочных грунтах проводится ряд строительных мероприятий, связанных с обработкой грунтов, основными из которых являются:

1. **Устранение просадочных свойств** грунта путем искусственного уплотнения их толщи тяжелыми трамбовками, грунтовыми сваями, а также предварительным замачиванием грунтов в основании или другими проверенными способами (химическая обработка, обжиг и т.п.) (рисунок 293).

Рисунок 293 – Устройство георешетки на просадочных грунтах

2. **Прорезка просадочной толщи фундаментами** (рисунок 294) с опиранием последних на подстилающий, непросадочный грунт или же частичная прорезка просадочной толщи, если она способна обеспечить уменьшение величины просадки до допускаемых нормами пределов. Прорезка просадочной толщи может осуществляться также устройством свайных фундаментов или же столбами и лентами из грунта с искусственным закреплением последних силикатизацией, термическим способом и др.

Для небольших зданий эффективными являются винтовые сваи, имеющие малую массу, погружаемые в грунт методом ввинчивания (для чего на нижнем конце сваи установлен мини-бур). По верхним концам свай выполняется металлическая рама-обвязка, на которую передается нагрузка от здания (рисунок 295).



1 – мелкозаглубленный фундамент на частично замещенном (например, песчаном) грунте; 2 – мелкозаглубленный фундамент с увеличенной подошвой; 3 – прорезка грунта фундаментом до непросадочного слоя; 4 – устройство фундамента на непросадочной грунтовой подушке; 5 – свайный фундамент

Рисунок 294 – Устройство фундаментов на просадочных грунтах

Рисунок 295 – Фундамент из винтовых свай

3. **Защита основания от замачивания** путем:

– надлежащей планировки территории, обеспечивающей быстрый сток атмосферных вод;

– безопасного расположения водопровода, канализации и др.;

– устройства водонепроницаемой отмостки по периметру зданий шириной, превышающей на 0,3 м засыпаемые пазухи котлована (но не менее 1 м).

Обратную засыпку котлована не допускается выполнять из дренирующих материалов (песка, строительного мусора и др.). Дренирующими материалами не допускается также делать планировочные насыпи, подготовку под полы, засыпку траншей с трубопроводами, несущими воду, и т. д. Для крупнопанельных зданий устраивается также **водонепроницаемый экран** в виде тщательно уплотненного слоя грунта, располагаемого на отметке подошвы фундамента; для промышленных зданий с мокрым технологическим процессом такой экран выполняется в качестве подготовки под полы толщиной не менее 1 м).

Одновременно необходимо повышение общей прочности и устойчивости зданий и сооружений конструктивными мероприятиями на случай, если замачивание грунтов в процессе строительства или эксплуатации здания все же произойдет. К таким мероприятиям относятся:

1) **выбор надлежащей конструктивной схемы** проектируемого здания, обеспечивающей малую его чувствительность к неравномерным осадкам. В зависимости от конкретных условий это может быть достигнуто или повышенной жесткостью сопряжения элементов, не допускающей их взаимных перемещений, или, наоборот, шарнирными соединениями элементов, взаимное перемещение которых практически не нарушит эксплуатационной пригодности здания;

2) **применение простейшей конфигурации здания в плане** с устройством необходимого количества осадочных швов – в многоэтажных крупнопанельных зданиях расстояния между осадочными швами принимают не более 72 м;

3) строгое соблюдение условий возможности применения **облегченных кладок** стен зданий;

4) **устройство непрерывных армированных** поясов, укладываемых в уровне междуэтажных перекрытий по всей длине наружных и внутренних капитальных стен в пределах разрезанных осадочными швами блоков здания;

5) увеличение размеров опирания элементов конструкций;

6) применение в промышленных зданиях с крановыми пролетами только **разрезных подкрановых балок** и другие мероприятия, предусматриваемые нормативами.

Применение тех или иных мероприятий и их сочетаний производится в зависимости от возможных величин просадок и конструктивных особенностей проектируемых зданий и сооружений.

Строительство на подрабатываемых территориях

Районы с **подрабатываемыми территориями** – районы, где ведется подземная добыча полезных ископаемых. Эти территории опасны возможным оседанием и горизонтальными смещениями земной поверхности, что может привести к деформациям и разрушению зданий и сооружений (рисунок 296).

Рисунок 296 – Оседание грунта на месте добычи калийной соли в пос. Березники, Таджикистан

Естественно, что отработанные шахты должны быть заполнены породой, что уменьшит вероятность осадок, однако при строительстве на таких территориях должны выполняться ряд архитектурно-планировочных и конструкционных мероприятий, обеспечивающих пространственную жесткость и прочность зданий и сооружений:

1) рациональная «посадка» зданий на местности, при которой **здания** должны располагаться **под прямым углом к направлению распространения горизонтального смещения** (мульды сдвижки);

2) длинные и сложные в плане здания должны разрезаться на **отдельные отсеки** деформационными швами (разделяющими здание от фундамента до кровли включительно). Менять высоту здания и устраивать подвалы под частью здания в пределах отсека не рекомендуется;

3) использование жестких **конструктивных схем**, при которых конструктивные элементы не могут иметь взаимных перемещений и изменений углов – при этом здание оседает как одно пространственное целое (крупнопанельные здания с поперечными несущими стенами, каркасные здания с рамными узлами), либо податливых схем, когда возможно перемещение шарнирно связанных между собой конструкций без нарушения их устойчивости и прочности;

4) по периметру наружных и внутренних стен должны устраиваться **монолитные** железобетонные или армоцементные **пояса** в уровне междуэтажных перекрытий с анкеровкой перекрытий;

5) все **фундаменты** в пределах отсека должны располагаться **на одном уровне**, столбчатые фундаменты должны быть связаны между собой горизонтальными связями-распорками;

6) во избежание возможных просадок необходимо **защищать грунты от проникновения влаги**, как атмосферной, так и эксплуатационной. От атмосферных осадков и талых вод устраивается отмостка по периметру зданий и сооружений шириной не менее 1,5 м. Защита от всех видов протечек должна обеспечиваться качественной эксплуатацией здания, а также тщательной гидроизоляцией стен и пола подвала и мест примыкания трубопроводов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие районы называют сейсмическими?
2. Какая интенсивность землетрясений возможна на территории Российской Федерации в соответствии с картой сейсмического районирования? Какая сейсмичность на территории Кемеровской области?
3. Землетрясения какой силы считаются не опасными для строительных объектов?
4. Какая сейсмичность является предельно допустимой для строительства?
5. Возможны ли отличия сейсмического воздействия на здания и сооружения в пределах небольшой территории? Если да, то какие?
6. Какие местные условия участка застройки являются предпочтительными для районов, подверженных землетрясениям?
7. Какие требования предъявляются к сейсмостойким зданиям с точки зрения их объемно-планировочного решения?
8. Возможно ли строительство сложных в плане зданий на сейсмических территориях? Какие мероприятия следует предусматривать в этом случае?
9. Какие требования предъявляются к устройству фундаментов в сейсмостойких зданиях?
10. Какие виды конструктивных решений сейсмостойких фундаментов вы можете назвать?
11. Какие особенности имеют конструктивные решения каркасных, крупнопанельных, мелкоштучных каменных зданий, проектируемых для условий сейсмических районов?
12. Что необходимо предусматривать в уровне перекрытий сейсмостойких зданий?
13. Какие требования к устройству лестниц в зданиях на сейсмических территориях?
14. Как защищаются оконные и дверные проемы от деформаций во время землетрясений?
15. Что такое вечномерзлые грунты?
16. Какой слой грунта называется деятельным?

17. Какие требования к объемно-планировочным решениям зданий, строящихся в районах Крайнего Севера?
18. Какие методы строительства используются при возведении зданий на территориях с вечномерзлыми грунтами?
19. Какие конструктивные решения зданий необходимо предусматривать при строительстве на Крайнем Севере?
20. Какие мероприятия способствуют защите зданий и помещений от перегрева в районах с жарким климатом?
21. Что такое просадочные грунты?
22. Возможно ли устранение просадочных свойств грунтов и какими способами?
23. Какие конструктивные решения фундаментов на просадочных грунтах?
24. Какие мероприятия защищают основания зданий, построенных на просадочных грунтах от замачивания?
25. Какие архитектурно-конструктивные решения способствуют повышению прочности и устойчивости зданий, строящихся на территориях с просадочными грунтами?
26. Чем опасно строительство на подрабатываемых территориях?
27. Какие архитектурно-градостроительные, объемно-планировочные и конструктивные решения уменьшают риск при строительстве зданий на подрабатываемых территориях?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание учебного пособия охватывает вопросы архитектурного проектирования зданий и сооружений.

Для того, чтобы запроектировать любое здание необходимо учесть целый комплекс требований, правил, нормативов и т.д. Любое строение должно вписываться в окружающий его городской или природный ландшафт. Материал пособия охватывает градостроительные аспекты проектирования, общие требования к зданиям и сооружениям, функциональные и физико-технические основы проектирования зданий. Рассматриваются типы гражданских и промышленных зданий, их объемно-планировочные, конструктивные и архитектурно-художественные решения.

Все аспекты архитектурного проектирования рассмотрены с возможным учетом региональных особенностей места строительства (тепловая защита жилых зданий, учет местных условий грунтов, конструирование сейсмоустойчивых фундаментов и другие).

Каждая глава учебного пособия содержит необходимый перечень контрольных вопросов, позволяющих самостоятельно формировать ответы на них и контролировать степень освоения материала.

Изложенный в учебном пособии материал позволит будущим и состоявшимся специалистам направлений 270100.62 «Архитектура», 270800.62 «Строительство» и специальности 271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений» овладеть и утвердиться в необходимых знаниях для разработки архитектурно-конструктивных проектов различных типов зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1) Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебник для вузов. В 5 т. Т. 2. Основы проектирования. / Л.Б. Великовский и др.; Под общ. ред. В.М. Предтеченского. – М.: Стройиздат – 1976. – 215 с

2) Маклакова Т.Г. Архитектура XX века. Современная архитектура: Учеб. пособие для вузов / Т.Г. Маклакова. – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 237 с.

3) Матехина О.В. Архитектурные формы, детали, графика, термины: Учебное пособие для вузов/ О.В. Матехина, Ю. К. Осипов, А.П. Семин; Сиб. гос. индустр. ун-т. – ; Новокузнецк: СибГИУ, 2005. – 166 с.

4) Объемно-пространственная композиция: Учебник для вузов/ А.В. Степанов, В.И. Мальгин, Г.И. Иванова и др.; Под ред. А.В. Степанова. ─ 3-е изд., стер. – М.: Архитектура-С, 2007. – 256 с.

5) Осипов Ю.К. Архитектурно-типологические основы проектирования жилых зданий : учеб. пособие / Ю.К. Осипов, О.В. Матехина ; Сиб. гос. индустр. ун-т – Новокузнецк, Изд. центр СибГИУ, 2013. – 253 с.

6) Осипов Ю.К. Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий : учеб. пособие / Ю.К. Осипов, О.В. Матехина, А.П. Сёмин ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013. – 406 с.

7) СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»

8) СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»

9) СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»

10) СП 23-101-2004 Свод правил по проектированию и строительству. «Проектирование тепловой защиты зданий»

11) СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

12) СНиП 23-03-2003 «Защита от шума и акустика»

13) СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования»

14) СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*

Учебное издание

Матехина Ольга Владимировна

ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Учебное пособие

Редактор Н.И. Суганяк
Компьютерная верстка О.В. Матехиной

Подписано в печать 20.05.2014 г.
Формат бумаги 60х84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная
Усл. печ. л. 17,48. Уч.-изд. л. 18,79. Тираж 500 экз. Заказ

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ

296