

Частное учреждение образования  
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»

Факультет искусств  
Кафедра дизайна

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий кафедрой  
Дягилев Л. Е.

---

27.02.2018 г.

СОГЛАСОВАНО  
Декан факультета  
Полосмак А. О.

---

27.02.2018 г.

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ**

*Электронный учебно-методический комплекс  
для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям),  
направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-  
пространственной среды), специализация 1-19 01 01-02 02 Дизайн интерьеров*

Составители

Жуков Д. Д. , профессор кафедры дизайна Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М. Широкова», кандидат технических наук, доцент;

Кривёнок О. В., доцент кафедры дизайна Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М. Широкова», доцент

Рассмотрено и утверждено  
на заседании Совета Института  
протокол № 7 от 27.02.2018 г.

УДК 745/749(075.8)  
ББК 30.18я73

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра теории и истории дизайна Белорусской государственной академии искусств (протокол № 6 от 21.12.2017 г.);

*Климин Р. М.*, доцент кафедры интерьера и оборудования Учреждения образования «Белорусская государственная академия искусств», доцент.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению  
кафедрой дизайна  
(протокол № 7 от 22.01.2018 г.)

К65 **Жуков, Д. Д.** Конструирование : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-пространственной среды), специализация 1-19 01 01-02 02 Дизайн интерьеров [Электронный ресурс] / Авт.-сост. Д. Д. Жуков, О. В. Кривёнок – Электрон. дан. (33,2 Мб). – Минск : Институт современных знаний имени А. М. Широкова, 2018. – 278 с. – 1 электрон. опт. диск (CD).

Систем. требования (миним.) : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 500 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бит) или более поздние версии ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf).

Номер гос. регистрации в НИРУП «Институт прикладных программных систем» 1671814863 от 16.04.2018 г.

Учебно-методический комплекс представляет собой совокупность учебно-методических материалов, способствующих эффективному формированию компетенций в рамках изучения дисциплины «Конструирование».

Для студентов вузов.

ISBN 978-985-547-265-1

© Институт современных знаний  
имени А. М. Широкова, 2018

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина (далее – дисциплина) «Конструирование» предназначена для изучения студентами первой ступени высшего образования специальности 1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)», направления специальности 1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)», специализации 1-19 01 01-02 02 «Дизайн интерьеров».

Данная дисциплина освещает вопросы инженерно-конструктивного обеспечения дизайнерских проектных решений средовых объектов и тесно связана с такими государственными компонентами цикла специальных дисциплин, как «Материаловедение и технологии» и «Дизайн-проектирование».

Дисциплины «Конструирование», «Материаловедение и технологии» и «Дизайн-проектирование» изучаются параллельно в течение *третьего – восьмого семестров*. При этом в дизайн-проектах реализуются конструктивные решения, разработанные в ходе выполнения *практических работ* по дисциплине «Конструирование», а выполнение практических работ по дисциплине «Материаловедение и технологии» начинается с разработки их конструктивной основы.

При этом в рамках дизайн-проектирования используются, как правило, индивидуально адаптированные к каждому конкретному дизайн-проекту конструктивные решения преимущественно принципиального, универсального характера, разработанные студентами на практических занятиях и в ходе *самостоятельной работы* по дисциплине «Конструирование».

Для окончательного закрепления знаний и отработки навыков по дисциплине «Конструирование» предназначена *курсовая работа*, соотносящаяся с дизайн-проектом примерно так же, как и практические работы, но на более высоком уровне сложности.

Теоретико-практический курс дисциплины «Конструирование» разбит на четыре раздела: «Конструкции зданий и сооружений», «Инженерное и специальное оборудование зданий», «Инженерное благоустройство территорий» и «Конструкции мебели».

При освоении указанных разделов к студентам должно прийти понимание того, что проектные решения в области дизайна предметно пространственной среды воплощаются исключительно в материально-вещественной форме – в виде конкретных изделий и конструкций. От тех и других в значительной мере зависит как *образность дизайн-объекта*, так и его *техничко-экономические характеристики*: надежность, единовременная стоимость, расходы на эксплуатацию, срок службы и т. д. Облегчают указанное понимание ориентировочные (укрупненные) *расчеты* определенных, достаточно простых по форме конструктивных элементов и конструкций.

При этом освоение студентами дисциплины «Конструирование» должно идти на фоне их постоянного стремления к изучению и внедрению *конструктивных инноваций*, а также к выявлению *взаимосвязи* между конструктивными решениями, нагрузками и воздействиями на дизайн-объекты и их конструкции, а также условиями эксплуатации, причем без принижения *главенствующей роли художественно-образного начала*.

*Цель* дисциплины «Конструирование» и соответственно настоящего учебно-методического комплекса – сформировать у студентов способность к инженерно-конструкторскому обеспечению своей многогранной профессиональной деятельности в качестве дизайнера предметно-пространственной среды.

*Задачи* дисциплины «Конструирование» и соответственно настоящего учебно-методического комплекса заключаются в обучении студентов:

1) обусловленному в художественно-образном смысле проектированию конструктивной составляющей средовых дизайн-объектов и их компонентов или, иными словами, конструктивному формированию, или конструированию, среды;

2) должному пониманию конструктивной сущности дизайн-объектов и их компонентов при анализе и оценке того и другого.

Дисциплина «Конструирование» ориентирована в первую очередь на практическую конструкторскую деятельность студентов. В связи с этим при

изучении дисциплины «Конструирование» студентам *рекомендуется использовать настоящий учебно-методический комплекс для следующего:*

– получения первичных знаний по теоретическому разделу до лекционных занятий, окончательного уяснения информации по теоретическому разделу на уровне понимания общих принципов конструирования среды после лекционных занятий и самостоятельной теоретической работы;

– выполнения практических работ и разработки дизайнерско-проектных конструктивных решений на основе информации теоретического и практического разделов и соответствующей информации, приобретенной в ходе самостоятельной работы практической направленности;

– контроля хода учебного процесса и планирования действий по реализации положений учебной программы дисциплины.

Следует отметить, что вся основная и дополнительная литература, перечисленная в учебной программе по дисциплине «Конструирование», находится в электронном виде и может быть предоставлена каждому студенту по его запросу.

Однако этой и другой традиционной по форме литературы для подготовки современного и ориентированного в будущее дизайнера предметно-пространственной среды недостаточно, т. к. указанная литература не может знакомить с текущими новинками в области архитектуры, дизайна и конструирования среды. А последние годы в мире вообще и в сфере дизайна предметно-пространственной среды в частности происходит *стремительное увеличение информационных потоков*. Поэтому студентам необходимо под руководством преподавателей учиться с ними работать: постоянно знакомиться с новой информацией, оперативно ее обрабатывать, структурировать и обеспечивать возможность эффективного использования.

Теперь в распоряжении архитекторов и дизайнеров предметно-пространственной имеются многочисленные *интернет-сайты*, среди которых можно выделить прежде всего следующие: <https://www.archdaily.com/>, <https://archinect.com/>, <https://www.arch2o.com/>, <https://archi.ru/>. Подлинным кла-

дезем в первую очередь визуальной информации о самых разных конструкциях, в т. ч. тех, которые интересны архитекторам и дизайнерам предметно-пространственной среды, является сайт [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com). Кроме того, в Интернете можно найти всевозможные учебники, учебные пособия, справочники, монографии, статьи и другие литературные источники. Новая информационная реальность заставляет пересмотреть традиционные подходы к созданию учебников, учебных пособий и тому подобной литературы для студентов, в т. ч. будущих дизайнеров предметно-пространственной среды.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Тематический план лекций

### Введение

### Раздел 1. Конструкции зданий и сооружений

#### Тема 1.1. Требования к строительным конструкциям, основы конструктивного проектирования строительных конструкций

Технологические, технические, эксплуатационные, экономические, эстетические и экологические требования. Безопасность строительных конструкций. Нормирование требований к строительным конструкциям.

Правила разработки и оформления проектно-конструкторской документации.

Классификация строительных конструкций. Важнейшие положения механики материалов и конструкций применительно к строительству. Основные принципы формообразования строительных конструкций.

Классификация конструктивных и конструктивно-технологических систем зданий и сооружений. Особенности конструктивных систем в зависимости от материального воплощения. Объемно-пространственные возможности различных конструктивно-технологических систем.

#### Тема 1.2. Основания, элементы нижней части, несущие остовы, стены и лестницы малоэтажных гражданских зданий

Основания. Ленточные, столбчатые, свайные, плитные и прочие фундаменты. Защита строительных объектов от грунтовой влаги и подземных газов. Архитектурные детали подножия зданий.

Особенности конструктивных систем. Однослойные и слоистые наружные стены на основе мелкоштучных каменных изделий, монолитного бетона, дерева, металла и других материалов. Внутренние стены. Перегородки. Перемычки, обрамляющие профили, пилястры и другие детали стен.

Внутренние и наружные лестницы.

### **Тема 1.3. Заполнения световых проемов гражданских зданий**

Строительные стекла и стеклопакеты. Окна с коробками и переплетами из дерева, поливинилхлорида, алюминия и других материалов. Оконная фурнитура. Конструкции из стеклоблоков и стеклопрофилита. Солнцезащитные устройства. Внутренние затеняющие устройства: шторы, жалюзи и прочее.

### **Тема 1.4. Перекрытия и скатные крыши малоэтажных гражданских зданий**

Перекрытия на основе мелкогазонаполненных элементов: по балкам, сборно-монолитные. Перекрытия на основе железобетонных плит. Особенности перекрытий междуэтажных, чердачных, над подпольями и подвалами. Полы по перекрытию и грунту. Подвесные и натяжные потолки малоэтажных зданий. Архитектурные детали потолков и полов.

Стропильные конструкции из разных материалов. Кровли над холодными чердаками и отапливаемыми помещениями. Крыши-террасы. Скатные кровли с озеленением. Конструктивные особенности мансардных окон, их интеграция в конструкции крыш. Архитектурно-конструктивные решения карнизов. Системы наружного водоотвода.

### **Тема 1.5. Каркасные общественные здания**

Виды каркасов в зависимости от способов обеспечения их жесткости, материалов элементов и степени сборности. Связевые конструкции. Наружные и внутренние стены, перегородки. Перекрытия больших пролетов: на основе металлических балочных клеток и железобетонных конструкций. Подвесные и натяжные потолки в случае перекрытий больших пролетов. Парадные и эвакуационные лестницы.

### **Тема 1.6. Витражные системы остекления, остекленные двери и оконные витрины**

Фасадные системы: стандартные фасады, структурные фасады, полуструктурные фасады. Зимние сады. Светопрозрачные межкомнатные перего-

родки. Остекленные двери: распашные, раздвижные, револьверные. Оконные витрины разных видов.

### **Тема 1.7. Большепролетные плоские крыши, фонари**

Безраспорные плоскостные конструкции: плиты, балки, фермы. Распорные плоскостные конструкции. Перекрестные системы: перекрестно-ребристые и перекрестно-стержневые конструкции. Плоские кровли с прямым и обратным расположением слоев. Плоские кровли с озеленением. Подвесные и натяжные потолки.

Световые, светоаэрационные и аэрационные фонари. Зенитные фонари. Прямоугольные, трапециевидные и М-образные фонари. Шедовые фонари.

### **Тема 1.8. Крупнопанельные и объемно-блочные гражданские здания**

Конструктивно-технологические системы. Наружные и внутренние стеновые панели. Объемные блоки. Перекрытия и крыши на основе крупноэлементных конструкций. Сопряжения элементов. Перегородки. Особенности других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.) и строительной части инженерного оборудования.

### **Тема 1.9. Каркасные жилые (и подобные им общественные) здания**

Особенности конструктивно-технологических систем. Наружные и внутренние стены, перегородки. Перекрытия. Сопряжения элементов. Особенности других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.) и строительной части инженерного оборудования. Особенности конструкций высотных зданий.

### **Тема 1.10. Монолитные и сборно-монолитные гражданские здания с несущими стенами**

Конструктивно-технологические типы. Виды опалубок и их влияние на объемно-пространственные решения зданий. Особенности наружных и внут-

ренных стен, перекрытий, крыш, других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.) и строительной части инженерного оборудования.

### **Тема 1.11. Многоэтажные гражданские здания с несущими стенами из мелкоштучных каменных изделий и крупных блоков**

Особенности конструктивно-технологических систем. Наружные и внутренние стены. Особенности перекрытий, крыш, строительной части инженерного оборудования и других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.). Особенности сопряжений элементов.

### **Тема 1.12. Основы проектирования зданий с пространственными конструкциями покрытий**

Формообразование регулярных и нерегулярных поверхностей. Классификация пространственных конструкций. Особенности объемно-планировочных и конструктивных решений общественных зданий с пространственными конструкциями.

### **Тема 1.13. Пространственные конструкции покрытий**

Оболочки положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане. Купола. Цилиндрические оболочки и складки. Складчатые, бочарные и волнистые своды. Кровли.

Однопоясные и двухпоясные висячие конструкции. Седловидные напряженные сетки. Мембранные конструкции. Вантовые и висячие комбинированные конструкции. Кровли.

Воздухоопорные пневматические оболочки. Воздухонесомые пневматические оболочки. Тентовые конструкции.

### **Тема 1.14. Заглубленные сооружения**

Тоннели, подземные переходы и станции метрополитена. Подвалы и погреба. Заглубленные гаражи. Лифты и эскалаторы в заглубленных сооружениях.

## **Тема 1.15. Промышленные здания**

Каркасы одноэтажных, двухэтажных и многоэтажных промышленных зданий. Подъемно-транспортное оборудование. Наружные ограждающие конструкции. Полы. Перегородки, ворота, лестницы и другие элементы промышленных зданий.

## **Раздел 2. Инженерное и специальное оборудование зданий**

### **Тема 2.1. Отопительное оборудование**

Теплогенерирующие системы: котлы, печи, камины, дымоходы, трубы, тепловые насосы, солнечные коллекторы и прочее. Распределение тепловой энергии. Радиаторы и греющие поверхности: чугунные радиаторы, плоские радиаторы, теплые полы и другое. Размещение отопительного оборудования в зданиях, его влияние на формирование фасадов и интерьеров.

### **Тема 2.2. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха**

Приточно-вытяжная, принудительная и смешанная вентиляция. Вентиляционное и кондиционерное оборудование, теплообменники. Влияние элементов систем вентиляции и кондиционирования на формирование фасадов и интерьеров.

### **Тема 2.3. Санитарно-техническое оборудование**

Системы водоснабжения и канализации. Виды и размещение санитарно-технического оборудования. Санитарные узлы. Влияние элементов санитарно-технического оборудования и систем водоснабжения и канализации на формирование интерьеров.

### **Тема 2.4. Осветительное оборудование**

Источники искусственного света. Классификация светильников. Особенности конструктивных решений подвесных, потолочных, настенных, встраиваемых и прочих светильников. Световые потолки, панели и полосы.

Световые карнизы. Влияние осветительного оборудования на формирование интерьеров архитектурных сооружений.

### **Тема 2.5. Вертикальный транспорт и прочее инженерное оборудование**

Пассажирские, грузовые, панорамные, обзорные лифты. Эскалаторы. Подъемники для инвалидов. Кухонное оборудование в гражданских зданиях. Встроенная мебель. Системы пылеудаления. Мусоропроводы. Размещение вертикального транспорта и прочего инженерного оборудования в архитектурных сооружениях.

### **Тема 2.6. Взаимосвязь функционально-технологических решений интерьеров и их конструктивного обеспечения, специальное оборудование**

Особенности взаимосвязи функционально-технологических решений интерьеров и их конструктивного обеспечения на примере многофункциональных зальных помещений, имеющих трансформирующиеся вертикальные ограждения и покрытие. Специальное оборудование: сборно-разборные трибуны для зрителей, мобильные сцены и прочее.

## **Раздел 3. Инженерное благоустройство территорий**

### **Тема 3.1. Малые архитектурные формы, садово-парковая мебель и оборудование**

Оборудование детских и спортивных площадок. Садово-парковая мебель. Малая скульптура. Вазоны. Урны. Беседки. Бельведеры. Навесы. Перголы. Трельяжи. Арки. Малые парковые павильоны и киоски.

Уличное освещение. Рекламные щиты. Указатели.

### **Тема 3.2. Элементы ландшафтного благоустройства**

Пандусы и лестницы. Мощения и дорожки. Подпорные и декоративные стенки. Ограды и приствольные ограждения. Мостики.

### **Тема 3.3. Естественные и искусственные водоемы, водные устройства**

Инженерное благоустройство естественных водоемов и пляжей.

Крепления откосов водоемов.

Пруды, бассейны и декоративные бассейны. Водопады, пороги и каскады.

Каналы. Ручьи и протоки. Канавы. Фонтаны. Источники и родники. Питьевые фонтанчики.

## **Раздел 4. Конструкции мебели**

### **Тема 4.1. Основы конструирования столярно-мебельных изделий**

Древесина и древесные материалы, используемые для производства мебели. Сорта пиломатериалов и полуфабрикатов. Древесные породы как конструкционный и отделочный материал.

Основные требования, предъявляемые к мебели. Классификация мебели. Основы конструирования мебели. Конструктивные решения соединений, деталей, узлов и элементов мебели.

### **Тема 4.2. Функциональные параметры и конструктивные особенности мебели различного назначения**

Мебель бытовая. Мебель для предприятий общественного питания. Мебель для зрелищных предприятий. Мебель дошкольная и школьно-лабораторная.

### **Тема 4.3. Правила оформления конструкторской документации на мебельные изделия**

Стадии разработки конструкторской документации. Основные этапы и методы конструирования мебельных изделий. Виды конструкторских документов. Общие правила выполнения чертежей мебельных изделий. Предпочтительные масштабы чертежей. Чертежи мебельных изделий.

В настоящем учебно-методическом комплексе освещены темы, относящиеся к первым двум семестрам изучения учебной дисциплины «Конструирование».

## 1.2. Лекции

### Раздел 1. Конструкции зданий и сооружений

#### Введение

Развитие техногенной деятельности человечества в течение последних десятилетий происходит особенно интенсивно. К сожалению, основывается она преимущественно на невозобновляемых источниках энергии: нефти, газе, угле. В связи с этим возникли *две фундаментальные проблемы*: энергетическая и экологическая. Например, не последнюю роль в загрязнении атмосферы играют выбросы парниковых газов при отоплении зданий. Именно на эти выбросы, по утверждению британского архитектора Нормана Фостера (Norman Foster), приходится половина потребления энергии в развитых странах. Что касается предметно-пространственной (архитектурной) среды в целом, люди на устройство, модернизацию, эксплуатацию и утилизацию ее составных частей тратят тоже неоправданно много первичной энергии и других ресурсов.

В мире осознают отмеченные проблемы, и, в частности, в Европейском союзе и старающейся брать с него пример Беларуси меняют подходы к обустройству среды и ее элементов. Так, в странах – членах ЕС осуществляется переход к строительству *зданий с близким к нулевому энергобалансом* (nearly zero-energy building – nZEB), или в широком смысле слова *высокоэнергоэффективных архитектурных объектов*. А в Беларуси развернуто строительство *энергоэффективных зданий*, дополняемое энергетической модернизацией не отвечающих современным требованиям существующих объектов.

Вообще, современным зданиям следует отличаться высокой рациональностью, то есть иметь *сбалансированные архитектурные, дизайнерские и технические решения*. Это означает, что указанным решениям надлежит быть примерно равноценными по значимости, причем объемно-планировочные построе-

ния необходимо осуществлять в рамках разумных экономических, экологических и энергетических ограничений. По-настоящему современные здания – это одновременно тепловые ловушки, солнечные коллекторы и аккумуляторы теплоты. Делать их такими надо в первую очередь за счет архитектурных приемов, во вторую – за счет конструктивных приемов и в третью – за счет правильно подобранного инженерного оборудования, функционирующего в значительной степени за счет возобновляемых источников энергии. Для обеспечения согласованной и оптимальной работы всех инженерных систем современные здания целесообразно оптимальным образом автоматизировать.

Наравне со зданиями и другие элементы предметно-пространственной (архитектурной) среды, а также она в целом должны быть в достаточной степени рациональными, а значит ресурсо- и энергосберегающими. При этом, проектируя среду и ее элементы, нельзя поступаться принципами красоты ни в большом, ни в малом.

К примеру, *достижение оптимальной организации пространства зданий*, обуславливающей создание их внутренней комфортной среды, в том числе визуальной, при рациональном расходовании ресурсов требует нынче во многих случаях четкого зонирования, объединения строительных и мебельных форм, использования трансформируемой мебели. Набирает ход процесс разработки и производства «исчезающей мебели», отражающей идею того, что главное не сам по себе предмет, а его функциональное содержание.

Выбор конструкций, с помощью которых формируется предметно-пространственная среда, с каждым днем становится все шире. И профильному дизайнеру, чтобы умело ориентироваться в этом многообразии и пользоваться предоставляемыми им возможностями, следует адекватно требованиям информационной эпохи владеть основными принципами конструирования среды.

## 1.1. Требования к строительным конструкциям, основы конструктивного проектирования строительных конструкций

### 1.1.1. Конструктивные элементы и конструкции

Обязательной частью здания (*здесь и далее, если иное не обусловлено прямым или косвенным цитированием либо необходимостью ясно обозначить сооружение, под зданием понимается также сооружение, имеющее в своем составе хотя бы одно помещение*) в целом и его помещений в частности является его материальная оболочка. Она состоит из **конструктивных элементов** (их называют также **конструкциями**, или, более полно, **строительными конструкциями**). Будучи логичным образом, с инженерной точки зрения, объединенными между собой, отдельные конструктивные элементы могут образовывать более крупные конструктивные элементы, или конструкции: стальные фермы, наружные кирпичные стены с вентилируемой системой утепления и т. д. Вместе с тем крупные конструктивные элементы могут быть одинарными, пример этого – монолитная железобетонная плита перекрытия размером на этаж здания.

### 1.1.2. Требования к строительным конструкциям

К строительным конструкциям предъявляются многочисленные **требования**, которые можно упрощенно свести к *технологическим, техническим, эксплуатационным, экономическим, эстетическим и экологическим*. При этом зачастую здание и его конструкции отождествляют. Тогда, говоря о требованиях к строительным конструкциям, подразумевают здание в целом, и наоборот.

**Технологические требования** к строительным конструкциям относятся к их **технологичности**. Технологичностью строительных конструкций можно называть их приспособленность к достижению оптимальных показателей по расходу всех видов ресурсов при изготовлении (возведении, монтаже), ремонте и утилизации. Например, высокотехнологичными считаются высококачественные монолитные железобетонные конструкции, изготавливаемые в многократ-

но используемой системной опалубке, а также быстровозводимые здания из крупных панелей или объемно-пространственных блоков.

Одно из важнейших **технических требований** к строительным конструкциям – **надежность**. Например, *надежный несущий остов здания обладает достаточной прочностью, жесткостью и устойчивостью*. Что касается наружных ограждающих конструкций, к ним, помимо прочего, предъявляются требования по величине сопротивления теплопередаче. А перегородки должны обладать надлежащей звукоизолирующей способностью.

**Эксплуатационные требования** к строительным конструкциям относятся, помимо прочего, к минимизации факторов, которые вызывают их износ и старение.

**Экономические требования** выражают стремление, во-первых, к созданию (изготовлению, возведению, монтажу) эффективной строительной конструкции при минимально возможных затратах на это и, во-вторых, к максимально возможному снижению эксплуатационных затрат. Например, улучшение теплозащиты здания снижает затраты на его отопление, а повышение надежности и степени ремонтпригодности конструкций – на поддержание их в надлежащем состоянии в течение всего срока службы.

**Эстетические требования** к строительным конструкциям отражают желание людей видеть красоту в архитектуре, создающей, помимо прочего, художественные образы. Важно также, чтобы архитектурные решения, воплощенные в конструкциях, являлись органичным компонентом предметно-пространственной среды.

**Экологические требования** к строительным конструкциям призваны ставить заслон загрязнению окружающей среды и нанесению вреда здоровью людей. В частности, конструкции после исчерпания своего ресурса должны эффективно утилизироваться, например перерабатываться для получения строительных материалов и изделий.

Идеальная строительная конструкция должна в полной мере отвечать всем многочисленным требованиям, которые к ней предъявляются. Однако в

случае реальной конструкции такое положение вещей невозможно. Поэтому *при проектировании следует в первую очередь стремиться к решению основных задач*, которые в зависимости от типа (вида) конструкции могут различаться как в количественном отношении, так и по степени важности. Например, приоритетными могут быть требования по эффективному расходу материальных ресурсов и энергии при изготовлении конструкции, а также ее экологической чистоте.

### **1.1.3. Безопасность строительных конструкций**

*Безопасность строительных конструкций* необходимо обеспечивать на весь срок их службы, причем применительно не только к нормальной эксплуатации, но и к чрезвычайным ситуациям. Конструкции должны быть в должной мере прочными, жесткими и устойчивыми, пожаробезопасными, гигиеничными, безвредными для здоровья и наследственности человека, экологичными, защищающими от шума и вибрации, безопасными при эксплуатации, энергоэкономичными и т. д. Например, безопасность дверей повышается при оснащении их специальными доводчиками для автоматического закрывания.

### **1.1.4. Нормирование требований к строительным конструкциям**

В Беларуси принят единый подход к *техническому нормированию и стандартизации* строительных и иных конструкций. Вообще, действующая в стране нормативная техническая база охватывает практически все отрасли экономики (в т. ч. строительство, производство мебели и других компонентов предметно-пространственной среды) и социальный сектор. *Без нормативно-технического обеспечения не остаются такие перспективные сферы в частности, как информационные технологии и энергоэффективность.*

*Национальная система технического нормирования и стандартизации* основана на требованиях Закона Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации», который учитывает положения Соглашения Всемирной торговой организации по техническим барьерам в торговле, нормы

Договора о Евразийском экономическом союзе, аспекты систем технического регулирования и стандартизации ряда стран Содружества Независимых Государств и Европейского союза, а также накопленную правоприменительную практику.

Согласно новой системе технического нормирования и стандартизации, к техническим нормативным правовым актам (ТНПА) в области технического нормирования и стандартизации Беларуси относятся:

- *технические регламенты (ТР)*;
- *технические кодексы установившейся практики (ТКП)*;
- *государственные стандарты (СТБ)*;
- *общегосударственные классификаторы*;
- *технические условия (ТУ)*;
- *стандарты организаций*.

Один из важных принципов, установленных в Законе, это приоритетное применение международных и региональных (межгосударственных) стандартов. Если их требования не противоречат актам законодательства и международным договорам Республики Беларусь, а также техническим регламентам Евразийского экономического союза, указанные стандарты вводятся в действие как технические кодексы установившейся практики или государственные стандарты.

1 августа 2010 г. в Беларуси был введен *технический регламент ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность»* (далее – ТР по безопасности). Этот ТР гармонизирован с Директивой 89/106/ЕЕС и устанавливает требования к сооружениям, проектной документации, строительным материалам и изделиям в целях защиты жизни, здоровья и наследственности граждан, имущества и охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей (пользователей) относительно назначения и безопасности сооружений, строительных материалов и изделий.

Согласно ТР по безопасности, число обязательных при проектировании требований ограничено соблюдением *существенных требований безопасности*:

- механической прочности и устойчивости;
- пожарной безопасности;
- гигиены, защиты здоровья и наследственности человека, охраны окружающей среды;
- защиты от шума и вибрации;
- безопасности при эксплуатации;
- экономии энергии и тепловой защиты.

Данный подход идентичен подходу, который наличествует в странах Европейского союза. Его отличительная черта – стремление к оптимальному сочетанию интересов (технических, научных и общественных) всех тех, кто заинтересован в разработке и применении технических норм, с целью достижения все более высокого уровня жизни людей.

Для решения этой задачи ТНПА или, говоря иначе, технические нормы необходимо постоянно улучшать и их новые версии или частичные изменения своевременно вводить в качестве признанных правил (установившейся практики). При этом надо понимать, что *технические нормы, во-первых, предназначены для компетентных в их использовании специалистов и, во-вторых, не являются единственным источником знаний*. Тем более в случае дизайнерского конструирования, по определению отличающегося инновационным характером. *Даже самые совершенные и перспективные технические нормы базируются на прошлых знаниях, поэтому для дизайнеров они должны быть не сводами незыблемых истин, а руководством к техническому образу мысли и действия.*

#### **1.1.5. Правила разработки и оформления проектно-конструкторской документации**

*Состав и содержание проектной документации* на возведение, реконструкцию (модернизацию), капитальный ремонт и реставрацию объектов

строительства – зданий, сооружений, инженерно-технических и транспортных коммуникаций, на благоустройство территорий объекта строительства производственного (в т. ч. сельскохозяйственного), жилищного и гражданского назначения, проектов застройки и других видов строительства на территории Беларуси устанавливает ТКП 45-1.02-295-2014 (02250) «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание» [1].

Проектная документация включает в свой состав **текстовые, графические материалы и сметы**. Проектные работы могут выполняться с использованием **технологии информационного моделирования – BIM-технологии**.

Проектирование осуществляется в **одну или две стадии**. При **одностадийном** проектировании разрабатывается строительный проект, при **двухстадийном** – архитектурный проект (первая стадия – **стадия «А»**) и строительный проект (вторая стадия – **стадия «С»**).

При двухстадийном проектировании **на стадии «А»** создаются:

– **архитектурная модель** с разработкой фасадов, поэтажных планов, кровли, дизайн-проектов интерьеров и, в случае необходимости, произведений монументального и монументально-декоративного искусства;

– **конструктивная модель** с выполнением необходимых расчетов, схем и узлов несущих конструкций, фундаментов, армирования железобетонных элементов;

– **модель инженерных систем** здания, сооружения с выполнением необходимых расчетов и разработкой схем инженерных систем и их отдельных узлов;

– **генеральный план** объекта строительства.

При двухстадийном проектировании **на стадии «С»** проектная документация дополняется узлами, деталями и спецификациями по устройству кровли, каркасов витражей и фасадных элементов, самонесущих стен и перегородок, подвесных потолков, пандусов, крылец, ограждений, козырьков, навесов и др. и по установке окон, дверей, ворот. Кроме того, выполняются детализированные

чертежи инженерных систем, крепления инженерных коммуникаций к конструкциям, разрабатывается технология и организация строительных работ.

Строительный проект разрабатывается в объеме, необходимом и достаточном для выполнения строительно-монтажных работ.

На стадии «С» проектная организация оформляет *эксплуатационно-технический паспорт* здания (сооружения). Его окончательное заполнение осуществляет заказчик еще до ввода объекта в эксплуатацию. В указанном паспорте, помимо прочего, приводятся:

- общие сведения;
- сведения о здании (сооружении), его основных конструкциях, стоимости и инженерных системах;
- теплоэнергетические показатели здания (сооружения): *комплексные показатели* (класс по энергоэффективности, удельные расходы энергоресурсов), *теплотехнические показатели* (приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций), *энергетические показатели* (требуемое количество тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, годовое потребление тепла, холодной воды и электроэнергии);
- рекомендации по экономически обоснованному улучшению энергетических характеристик здания (сооружения);
- пожарно-технические характеристики здания (сооружения).

*Основные требования к документации строительного проекта* устанавливает СТБ 2255-2012 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта» [2]. В этом стандарте, помимо прочего, изложены общие требования к составу документации строительного проекта, основные требования к чертежам строительного проекта, общие правила выполнения документации строительного проекта, дана информация о координационных осях, нанесении размеров, уклонов, отметок, надписей, об изображениях (разрезы, сечения, виды, фрагменты), основных надписях и спецификациях.

Кроме того, при разработке и оформлении проектно-конструкторской документации следует пользоваться стандартами *Системы проектной документации для строительства (СПДС)*, стандартами *Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)* и другими взаимосвязанными нормативными документами.

Для обеспечения взаимосогласованности, взаимозаменяемости и ограничения количества типоразмеров строительных изделий и элементов оборудования предназначена **модульная координация размеров в строительстве (МКРС)**, являющаяся одной из основ унификации и стандартизации размеров в строительстве зданий и сооружений.

Основные положения МКРС устанавливает *СТБ 1922-2008 «Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения»* [3], требования которого применяются при разработке, помимо прочего, проектов зданий и сооружений. Далее идут адаптированные выдержки из этого стандарта, дополненные выдержками из *ГОСТ 28984-2011 «Межгосударственный стандарт. Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения»* [4].

Требования СТБ 1922-2008 распространяются не на все объекты. К исключениям относятся здания и сооружения:

- уникальные;
- экспериментальные, если отступления от требований стандарта обусловлены особенностями эксперимента;
- с применением изделий, размеры которых не приведены в соответствии с МКРС, при условии, что отступления не приведут к необходимости изменения установленных размеров других изделий;
- с размерами, определяемыми специфическими видами оборудования, размеры и форма которых препятствуют применению правил МКРС;
- реконструируемых, построенных ранее без соблюдения правил МКРС (в т. ч. пристраиваемых к объектам) и реставрируемых;
- проектируемых полностью или частично с косоугольными и криволинейными очертаниями, причем отступления от требований стандарта в этих

случаях допускаются только в той мере, в которой это необходимо в связи с особенностями формы;

– с размерами, установленными специальными международными соглашениями.

Основные термины и определения:

– **МКРС** – взаимное согласование размеров зданий и сооружений, а также размеров и расположения их элементов, строительных конструкций, изделий и элементов оборудования на основе применения модулей;

– **модуль** – условная линейная единица измерения, применяемая для координации размеров зданий и сооружений, их элементов, строительных конструкций, изделий и элементов оборудования;

– **основной модуль** – модуль, принятый за основу для назначения других, производных от него модулей. Международное стандартизированное обозначение основного модуля «М»;  $M = 100 \text{ мм}$ ;

– **производный модуль** – модуль, кратный основному модулю или составляющий его часть;

– **укрупненный модуль (мультимодуль)** – производный модуль, кратный основному модулю. Укрупненный модуль используется для сокращения количества горизонтальных и вертикальных модульных размеров. Укрупненный модуль используется в качестве основы для выбора укрупненных размеров при проектировании пространств и конструктивных элементов зданий и сооружений;

– **дробный модуль (субмодуль)** – производный модуль, составляющий часть основного модуля;

– **модульная пространственная координационная система** – условная трехмерная система плоскостей и линий их пересечения с расстояниями между ними, равными основному или производным модулям;

– **координационная плоскость** – одна из плоскостей модульной пространственной координационной системы, ограничивающих координационное пространство;

– **основная координационная плоскость** – одна из координационных плоскостей, определяющих членение зданий на объемно-планировочные элементы;

– **координационная линия** – линия пересечения координационных плоскостей;

– **координационное пространство** – модульное пространство, ограниченное координационными плоскостями, предназначенное для размещения здания, сооружения, их элемента, конструкции, изделия, элемента оборудования;

– **модульная сетка** – совокупность линий на одной из плоскостей модульной пространственной координационной системы;

– **координационная ось** – одна из координационных линий, определяющих членение здания или сооружения на модульные шаги и высоты этажей;

– **привязка к координационной оси** – расположение конструктивных и строительных элементов, а также встроенного оборудования по отношению к координационной оси;

– **модульный размер** – размер, равный или кратный основному или производному модулю;

– **координационный размер** – модульный размер, определяющий границы координационного пространства в одном из направлений;

– **основные координационные размеры** – модульные размеры шагов и высот этажей;

– **модульный шаг** – расстояние между двумя координационными осями в плане;

– **модульная высота этажа (координационная высота этажа)** – расстояние между горизонтальными координационными плоскостями, ограничивающими этаж здания;

– **высота помещения от пола до потолка** – проектный размер от уровня чистого пола до низа потолка, в т. ч. подвесного;

– **высота от подвесного потолка до низа перекрытия** – проектный размер от низа подвесного потолка до низа конструкции перекрытия и (или) покрытия;

– **высота чистого пола** – проектный размер от уровня верха несущей конструкции до отметки уровня чистого пола;

– **конструктивный размер** – проектный размер строительной конструкции, изделия, элемента оборудования, определенный в соответствии с правилами МКРС;

– **вставка** – пространство между двумя смежными основными координационными плоскостями в местах разрыва модульной координационной системы, в т. ч. в местах деформационных швов.

МКРС осуществляется на базе модульной пространственной координационной системы и предусматривает предпочтительное применение прямоугольной модульной пространственной координационной системы (рисунок 1.1).

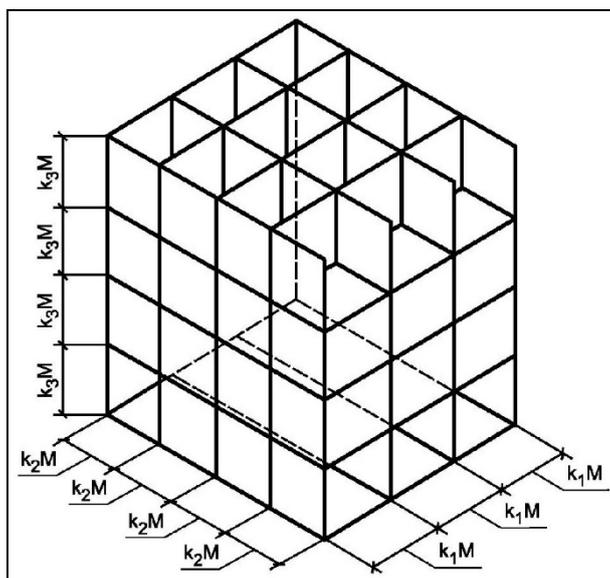


Рисунок 1.1.1 – Прямоугольная модульная пространственная координационная система;  $k_1, k_2, k_3$  – коэффициенты кратности модулей в плане и по высоте здания (сооружения)

При проектировании зданий, сооружений, их элементов, строительных конструкций и изделий на основе модульной пространственной координационной системы применяют **горизонтальные и вертикальные модульные сетки** на соответствующих плоскостях этой системы.

МКРС устанавливает правила назначения:

– *основных координационных размеров*: шагов и высот этажей зданий и сооружений;

– *координационных и конструктивных размеров элементов*: длины, ширины, высоты, толщины, диаметра.

Для назначения координационных размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов, строительных изделий и оборудования применяются, наряду с основным, **укрупненные модули** 60М; 30М; 15М; 12М; 6М; 3М и **дробные модули** 1/2М; 1/5М; 1/10М; 1/20М; 1/50М; 1/100М.

Координационные размеры, не зависящие от основных координационных размеров (например, сечения колонн, балок, толщины стен и плит перекрытий), назначают предпочтительно кратными основному модулю М или дробным модулям 1/2М, 1/5М.

Координационные толщины плитных изделий и тонкостенных элементов назначают кратными дробным модулям 1/10М, 1/20М, а ширину швов и зазоров между элементами— кратной также 1/50М и 1/100М.

Конструктивные размеры строительных элементов следует определять, исходя из их координационных размеров за вычетом соответствующих частей **ширины зазоров** (рисунок 1.2):  $l = l_0 - q_1 - q_2$ .

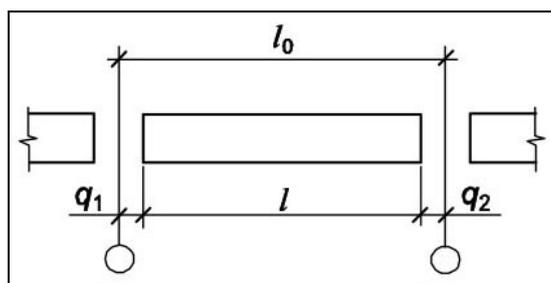


Рисунок 1.1.2 – Определение конструктивных размеров строительных элементов

Расположение и взаимосвязь конструктивных элементов следует координировать на основе модульной пространственной координационной системы путем **привязки** их к координационным осям.

*Привязку конструктивных элементов определяют расстоянием от координационной оси до координационной плоскости элемента или до геометрической оси его сечения.*

Привязку несущих стен и колонн к координационным осям осуществляют по сечениям, расположенным в уровне опирания на них верхнего перекрытия или покрытия.

Конструктивная плоскость (грань) элемента в зависимости от особенностей примыкания его к другим элементам может отстоять от координационной плоскости на установленный размер или совпадать с ней.

Привязку несущих стен к координационным осям принимают в зависимости от их конструкции и расположения в здании.

Геометрическая ось внутренних несущих стен должна совмещаться с координационной осью; асимметричное расположение стены по отношению к координационной оси допускается в случаях, когда это целесообразно для массового применения унифицированных строительных изделий, например, элементов лестниц и перекрытий.

Внутренняя координационная плоскость наружных несущих стен должна смещаться внутрь здания на расстояние от координационной оси, равное половине координационного размера толщины параллельной внутренней несущей стены или кратное  $M$ ,  $1/2M$  или  $1/5M$ . При опоре плит перекрытий на всю толщину несущей стены допускается совмещение наружной координационной плоскости стен с координационной осью.

Внутренняя координационная плоскость наружных самонесущих и навесных стен должна быть совмещена с координационной осью или смещена с учетом привязки несущих конструкций в плане и особенностей примыкания стен к вертикальным несущим конструкциям или перекрытиям.

Привязка колонн к координационным осям в *каркасных зданиях* должна приниматься в зависимости от их расположения в здании.

В каркасных зданиях колонны средних рядов следует располагать так, чтобы геометрические оси их сечения совмещались с координационными осями. Допускаются другие привязки колонн в местах деформационных швов, перепада высот и в торцах зданий, а также в отдельных случаях, обусловленных

унификацией элементов перекрытий в зданиях с различными конструкциями опор.

Привязку крайних рядов колонн каркасных зданий к крайним координационным осям принимают с учетом унификации крайних элементов конструкций (ригелей, панелей стен, плит перекрытий и покрытий) с рядовыми элементами; при этом, в зависимости от типа и конструктивной системы здания, привязку следует осуществлять одним из следующих способов:

а) внутреннюю координационную плоскость колонн смещают от координационных осей внутрь здания на расстояние, равное половине координационного размера ширины колонны средних рядов;

б) геометрическую ось колонн совмещают с координационной осью;

в) внешнюю координационную плоскость колонн совмещают с координационной осью.

Внешнюю координационную плоскость колонн допускается смещать от координационных осей наружу на расстояние, кратное модулю  $3M$  и, при необходимости,  $M$  или  $1/2M$

В торцах зданий допускается смещать геометрические оси колонн внутрь здания на расстояние, кратное модулю  $3M$  и, при необходимости,  $M$  или  $1/2M$ .

При привязке колонн крайних рядов к координационным осям, перпендикулярным к направлению этих рядов, следует совмещать геометрические оси колонн с указанными координационными осями; исключения возможны в отношении угловых колонн и колонн у торцов зданий и деформационных швов.

В *объемно-блочных зданиях* объемные блоки следует, как правило, располагать симметрично между координационными осями непрерывной модульной сетки.

Примеры использования МКРС приведены на рисунках 1.1.3 и 1.1.4.



Рисунок 1.1.3 – Пример использования МКРС в случае высотного жилого комплекса «Славянский квартал» (фрагмент проектной документации), г. Минск

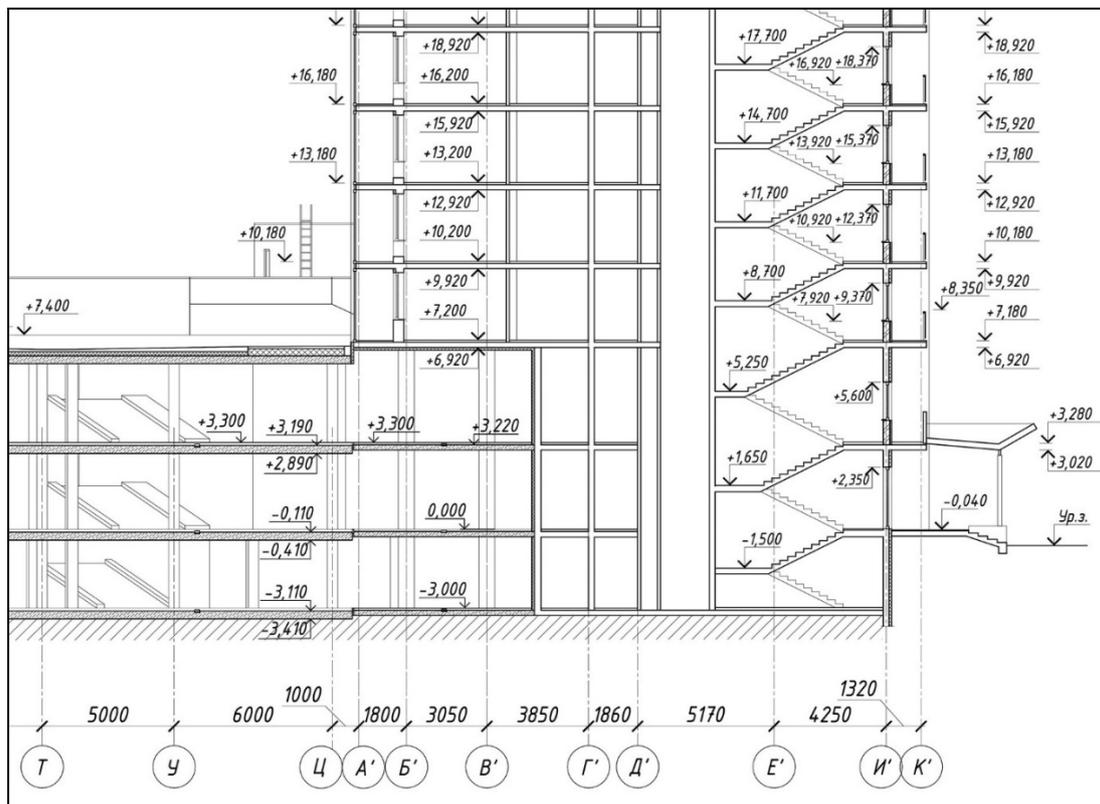


Рисунок 1.1.4 – Пример использования МКРС в случае высотного жилого дома многофункционального комплекса «Маяк Минска» (фрагмент проектной документации)

### 1.1.6. Классификация строительных конструкций

По расположению в здании различают строительные конструкции **наружные** и **внутренние**. Пример первой – наружная стена, пример второй – колонна.

В зависимости от формы бывают конструкции **линейные**, **криволинейные**, **плоские**, **пространственные** (вспарушенные, структурные плиты, висячие, мягкие оболочки) и **объемные**. Пример линейной конструкции – балка перекрытия, криволинейной – арка, плоской – крупная стеновая панель, пространственной – купол, объемной – объемный блок размером на комнату.

Линейные и плоские конструкции подразделяются на **вертикальные**, **горизонтальные** и **наклонные**. Пример вертикальной конструкции – перегородка, горизонтальной – балка перекрытия, наклонной – мансардное окно.

По «работе», или восприятию нагрузок и воздействий, в структуре здания конструкции подразделяются на **несущие**, **ограждающие** и **несущие**

*ограждающие*. Пример несущей конструкции – фундамент, ограждающей – навесная наружная стена, несуще-ограждающей – внутренняя несущая стена.

Исходя из характера восприятия вертикальных нагрузок, конструкции разделяют на *несущие*, *ненесущие* и *самонесущие*, имея в виду чаще всего стены.

*Несущие стены* воспринимают нагрузки от собственного веса, а также от опирающихся на них горизонтальных (например, плит перекрытия) и (или) наклонных конструктивных элементов (например, стропильных ног) и передают их на фундамент.

*Ненесущие стены*, не имеющие своего фундамента, воспринимают нагрузку только от собственного веса и опираются или навешиваются (*навесные стены*) на горизонтальные (например, несущие конструкции перекрытия) или вертикальные (например, колонны) конструкции.

*Самонесущие стены* высотой в один или несколько этажей воспринимают нагрузку только от собственного веса и передают ее на фундамент.

Если конструкция воспринимает горизонтальные нагрузки, она является *связевой*. Бывают вертикальные, горизонтальные и наклонные связевые конструкции, в определенных случаях называемые *связями*.

В зависимости от материала строительные конструкции делят главным образом на *металлические* (преимущественно *стальные* и *алюминиевые*), *бетонные* (в их составе нет рабочей арматуры), *железобетонные*, *армоцементные*, *фибробетонные*, *каменные*, *армокаменные*, *деревянные*, *пластмассовые*, *стеклянные*, *из композитных материалов*, *комбинированные* (например, *сталебетонные*).

Основные элементы гражданских зданий показаны на рисунке 1.1.5.

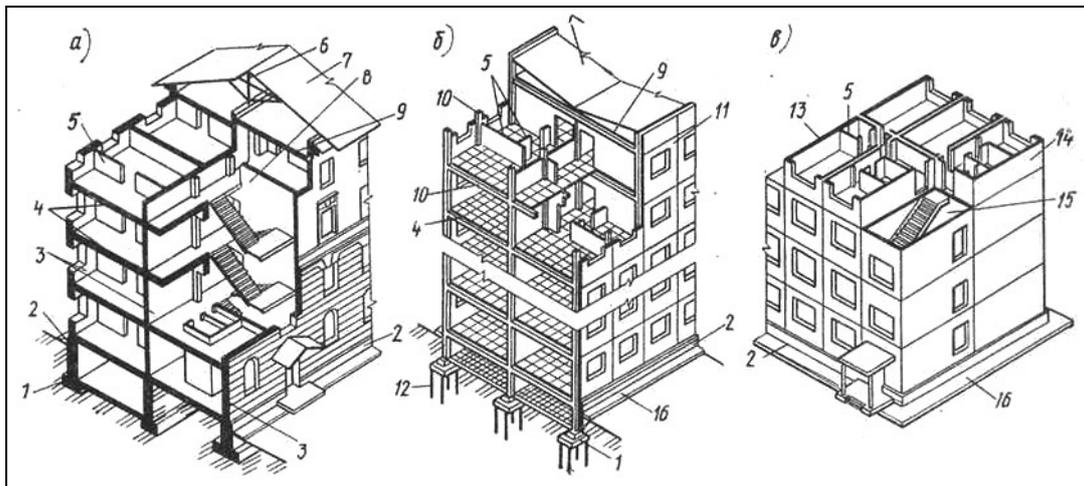


Рисунок 1.1.5 – Основные элементы гражданских зданий [5]; а – гражданское здание с кирпичными стенами и скатной крышей; б – каркасно-панельное гражданское здание; в – объемно-блочное гражданское здание; 1 – фундамент; 2 – цоколь; 3 – несущие продольные стены; 4 – междуэтажные перекрытия; 5 – перегородки; 6 – стропильные конструкции крыши; 7 – кровля; 8 – лестничная клетка; 9 – чердачное перекрытие; 10 – ригели (балки) и колонны каркаса; 11 – навесные стеновые панели; 12 – сваи фундамента; 13–15 – объемные блоки комнаты (13), санузлов и кухни (14), лестничной клетки (15)

### 1.1.7. Важнейшие положения механики материалов и конструкций применительно к строительству

*Ниже представлен сокращенный и перефразированный раздел 2.2 «Физические основы» источника [6], последней частью которого является рисунок 1.1.23. Рисунки 1.1.6–1.1.23 взяты из источника [6].*

На строительную конструкцию действуют **силы**, такие, например, как **силы сжатия** и **растяжения**.

Если потянуть рукой за спиральную пружину, то она удлинится на определенную величину. Этому же можно достигнуть, если подвесить на эту пружину определенный груз. В обоих случаях на пружину действует сила.

Единицей измерения силы в системе СИ является ньютон (Н). Десятичными кратными ньютону единицами являются килоньютон (кН) и меганьютон (МН):  $1 \text{ кН} = 1000 \text{ Н}$ ,  $1 \text{ МН} = 1000 \text{ кН}$ .

На массу тела воздействует масса Земли, создающая силу притяжения. Она называется **силой тяжести**. Сила тяжести, или вес тела массой в 1 кг, на Земле составляет 9,81 Н.

Действие силы зависит не только от ее величины, но и от ее *направления* и *точки приложения*.

Если силы тяжести действуют всегда вертикально, у других сил возможны любые другие направления действия.

Продление направления действия силы называют ее *линией действия*. Действие не меняется, если точка приложения силы перемещается вдоль ее линии действия.

Силы изображают в виде стрелок. *Длина стрелки* показывает с помощью масштаба сил (например, 1 см = 150 Н) величину силы. *Направление стрелки* обозначает направление силы.

Если на какое-либо тело действует сила, то возникает *сила противоположного направления*, как, например, при зажиме строительной стали в тисках.

Одинаковые по величине, но действующие в противоположных направлениях силы взаимно уничтожаются. Имеет место *состояние равновесия*. Тело находится в покое или в равномерном прямолинейном движении.

Две силы или несколько сил могут действовать по одной линии (рисунок 1.1.6) или под углом друг к другу (рисунок 1.1.7).

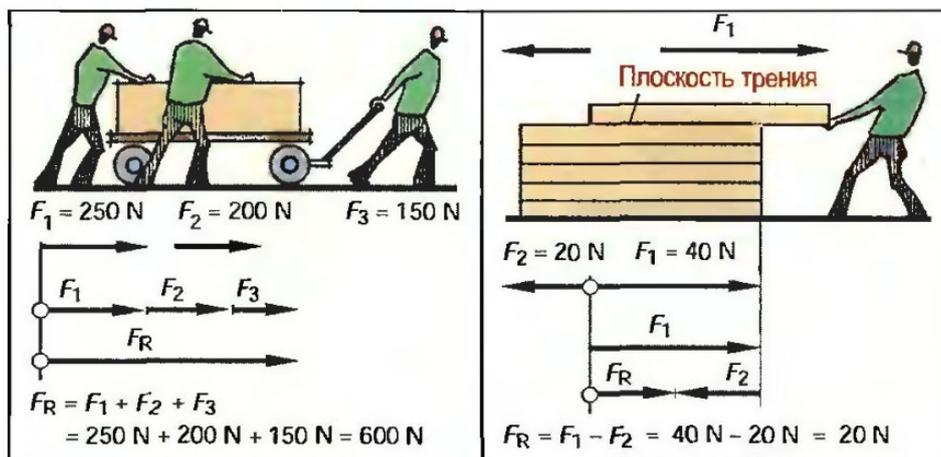


Рисунок 1.1.6 – Силы на одной линии действия

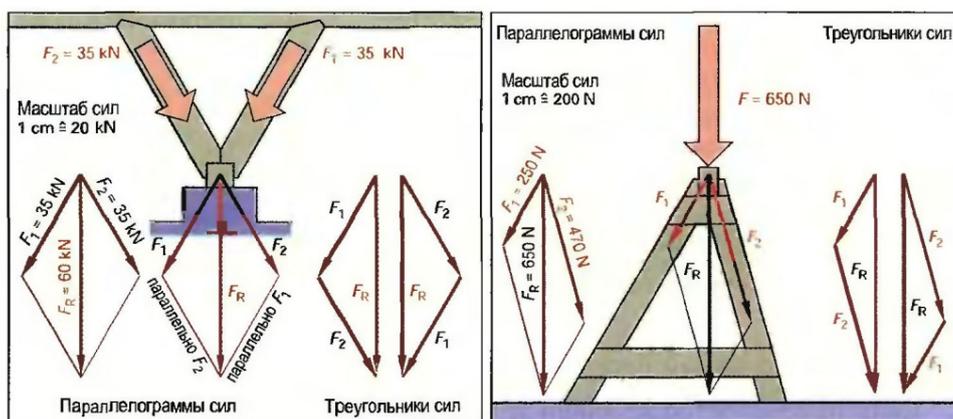


Рисунок 1.1.7 – Сложение (слева) и разложение (справа) сил, действующих под углом

Силы на одной и той же линии действия складываются, если они действуют в одном направлении, и вычитаются, если они действуют в противоположных направлениях. В качестве результата получают **резльтирующую силу**.

В случае двух сил, действующих друг к другу под углом, например в подкосах стропильной конструкции, можно величину и направление сил представить на чертеже в виде **параллелограмма сил** или с помощью **треугольника сил**.

В параллелограмме сил результирующая сила представлена в виде диагонали параллелограмма, в котором две стороны представлены складываемыми силами.

В треугольнике сил обе складываемые силы складываются как силовые стрелки с их заданными величинами и направлениями. Если соединить начальные и конечные точки силовых стрелок, то получится результирующая сила.

Если силу необходимо разложить на две силы, действующие под углом, то их величины можно тоже получить с помощью параллелограмма сил или треугольника сил.

С помощью **клина** можно увеличить действие силы (рисунок 1.1.8). Клинья, например, применяются для раскалывания материалов и для подъема тяжелых грузов. Клин – это основная форма резца в режущих инструментах. Величины сил у клина можно изобразить с помощью параллелограмма сил.

При **одностороннем клине** действующая на клин (горизонтальная) ударная сила вызывает действие значительно большей (вертикальной) силы.

При *двухстороннем* клине действующая на клин ударная сила разлагается на две действующие перпендикулярно плоскостям клина расщепляющие силы.

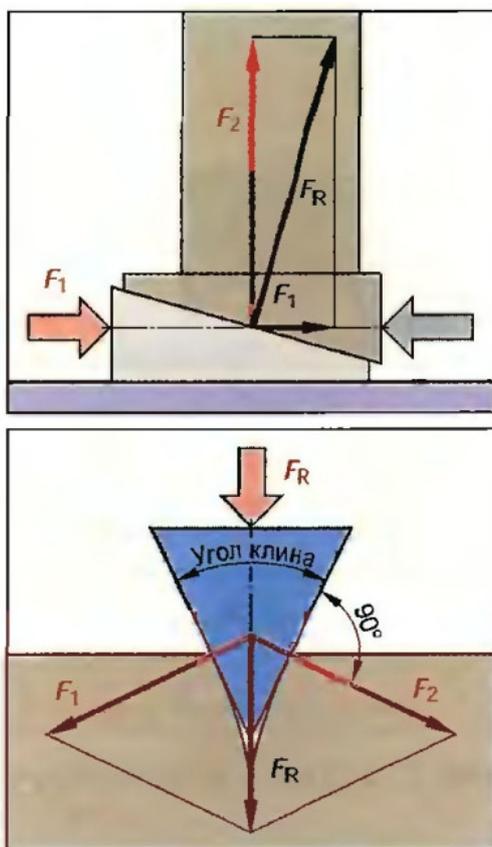


Рисунок 1.1.8 – Односторонний (сверху) и двухсторонний (снизу) клин

По *наклонной плоскости* можно с относительно небольшим усилием перемещать вверх большой груз (рисунок 1.1.9). «Сэкономленная» при применении наклонной плоскости сила компенсируется большей по сравнению с высотой подъема длиной пути перемещения груза.

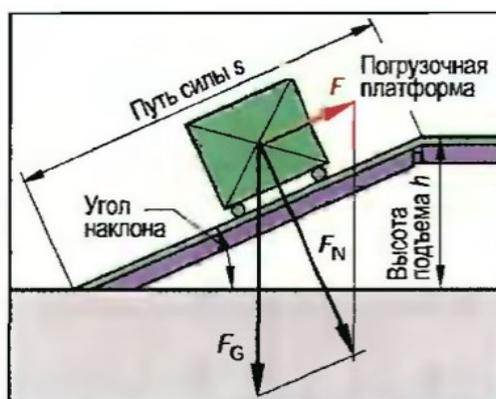


Рисунок 1.1.9 – Наклонная плоскость

**Рычаг** – жесткое тело, вращающееся вокруг оси, или точки вращения (рисунок 1.1.10). Рычагами являются, например, ломы, гаечные ключи и клещи.

Вращательное (крутящее) действие рычага называется **моментом силы** (*крутящим моментом*). Момент силы растет при увеличении плеча рычага и/или с увеличением силы, которая действует на рычаг.

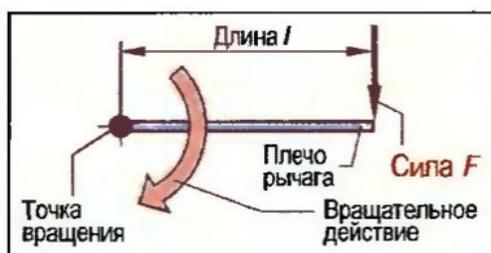


Рисунок 1.1.10 – Понятие рычага

**Плечо рычага** – ближайшее (перпендикулярное) расстояние от точки вращения до направления действия силы. (Момент силы) = (Сила) × (Длина рычага). На один рычаг действуют по меньшей мере два момента. Моменты могут быть либо вращающими в левую сторону (против часовой стрелки), либо вращающими в правую сторону (по часовой стрелке). В зависимости от положения моментов по отношению к центру вращения различают *односторонний рычаг* (например, тачка; верхняя часть рисунка 1.1.11), *двухсторонний рычаг* (например, рычажные весы; нижняя часть рисунка 1.1.11) и *коленчатый рычаг* (например, гвоздодер).

Рычаг находится в равновесии, когда вращающий влево (против часовой стрелки) момент равен моменту, вращающему вправо (по часовой стрелке), – это *закон рычага*.

Так как моменты у рычагов не всегда находятся в равновесии и создают вращательное движение, их называют также *вращающими моментами*.

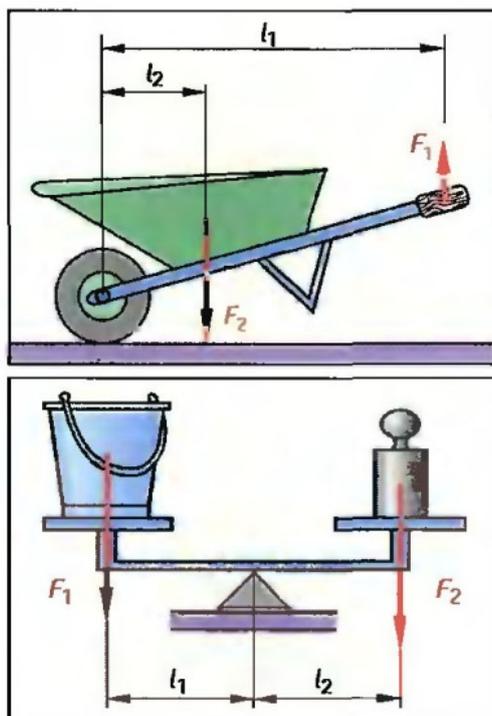


Рисунок 1.1.11 – Односторонний (сверху) и двухсторонний (снизу) рычаг

На каждое здание действуют различные силы, например, силы сжатия и растяжения. Эти силы нагружают здание (рисунок 1.1.12). Поэтому их называют **нагрузками**. Нагрузки возникают за счет самого здания и за счет внешних и внутренних силовых и несиловых воздействий. Различают **постоянные нагрузки** и **временные нагрузки**. **Суммарная нагрузка**, упрощенно говоря, складывается из постоянной и временной нагрузок.



Рисунок 1.1.12 – Нагрузки на здание

*Постоянные нагрузки* – длительно действующие на здание неизменяющиеся нагрузки. К ним в первую очередь относятся:

- собственный вес конструкций и конструктивных элементов здания;
- давление грунта (например, в случае стены подвала) и воды (например, в случае плавательного бассейна).

*Временные нагрузки* – нагрузки, которые меняются по своей величине и положению (*подвижные* и *неподвижные* нагрузки). К ним в первую очередь относятся:

- нагрузки от людей, животных и оборудования, складироваемых материалов, автомобилей и т.д.;
- нагрузка от ветра (*ветровая нагрузка*), создающая как силы давления, так и силы отсоса;
- *снеговая нагрузка*.

На конструктивный элемент, например на балку, могут действовать как ***сосредоточенные силы*** (сосредоточенная сила приложена к одной точке балки), так и ***равномерно распределенные нагрузки*** (по всей длине балки или на ее отдельной части либо отдельных частях), см. рисунок 1.1.13.

Равномерно распределенные нагрузки относят к 1 м длины и дают, например, в кН/м. Если равномерно распределенная нагрузка заменяют сосредоточенной силой, то имеет место *замененная* нагрузка. Ее используют, например, для расчета опорных реакций.

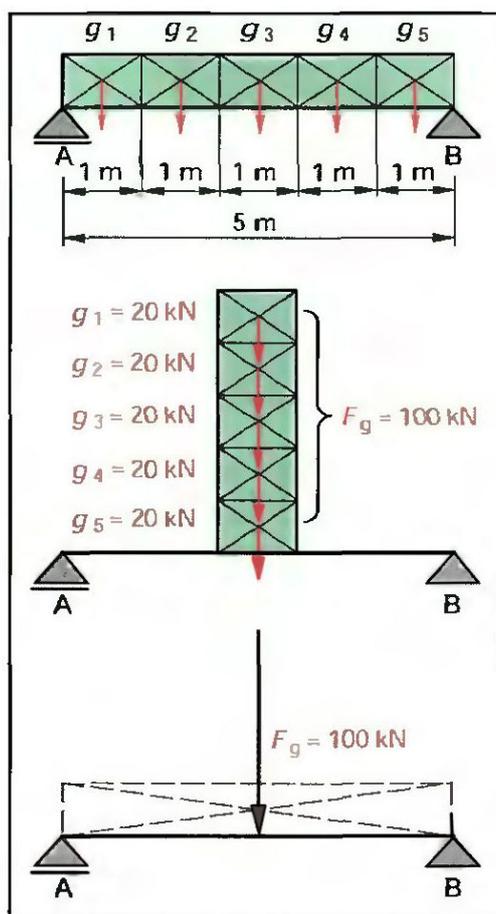


Рисунок 1.1.13 – Сосредоточенные нагрузки и равномерно распределенная нагрузка

Все конструкции и конструктивные элементы должны обладать необходимой **прочностью**.

**Прочность** – способность тела выдерживать, не разрушаясь, внешние силовые воздействия (внешние силы).

При действии внешней силы, например, силы растяжения стального каната, он будет находиться в **напряженном состоянии**, т. е. в состоянии внутреннего сопротивления разрыву. Оно тем больше, чем меньше нагружаемая площадь. В случае, например, сжатия или растяжения внутреннее сопротивление называется **напряжением**.

**Напряжение** – сила внутреннего сопротивления тела, отнесенная к площади его сечения.

Напряжение в теле увеличивается с увеличением внешней нагрузки. Если нагрузка на тело слишком велика, тело разрушается. Достигнутое при разрушении тела напряжение – **разрушающее напряжение**.

По виду нагрузки различают **напряжения сжатия, растяжения, изгиба, среза, сдвига и кручения.**

**Сжатие** возникает, например, в стене. Хорошо воспринимают сжатие (работают на сжатие) сталь, бетон, природный камень, стеновые камни, дерево. На рисунке 1.1.14 показаны сила и напряжение на опоре.

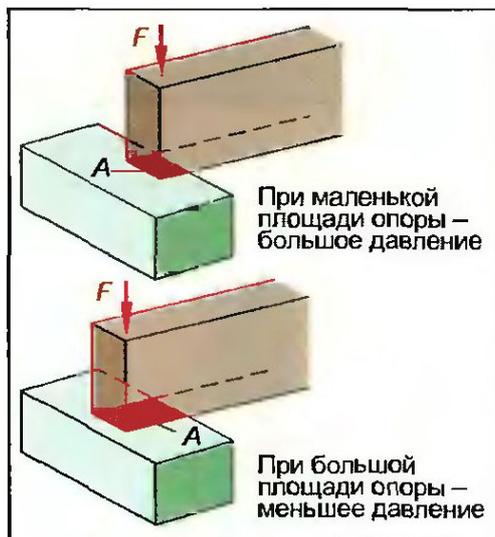


Рисунок 1.1.14 – Сила и напряжение сжатия на опоре

Работают на **растяжение**, например, ванты (рисунок 1.1.15), висячие конструкции, стальная арматура в железобетоне. Для восприятия растягивающих напряжений подходят сталь и дерево. Бетон и другие каменные материалы плохо работают на растяжение. В подвергнутых растяжению телах возникают растягивающие напряжения. Если сечение тела ослаблено, например, то при расчете напряжения необходимо исходить из минимальной площади материала тела в сечении.

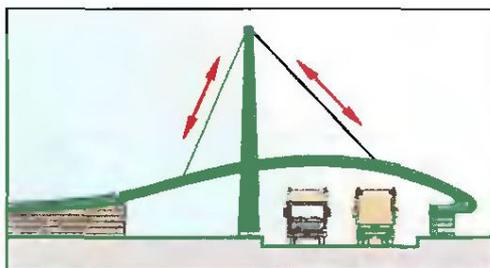


Рисунок 1.1.15 – Растягивающие напряжения в несущих тросах (вантах) висячего моста

Если силы действуют на балку перпендикулярно ее длине, то балка подвергается **изгибу**, т. е. она изгибается (прогибается). Балки прямоугольного се-

чения, у которых большая сторона сечения расположена вертикально, прочнее на изгиб и лучше несут нагрузку (*работают под нагрузкой*), чем те, у которых большая сторона сечения расположена горизонтально (рисунок 1.1.16).

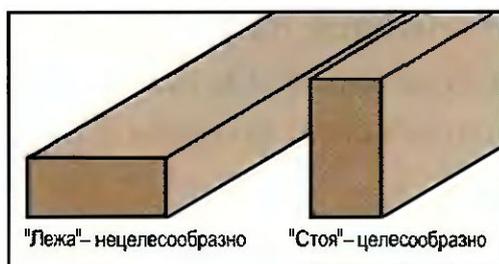


Рисунок 1.1.16 – Положения сечения балки

При изгибе в верхней части балки возникают усилия сжатия (*сжатая зона поперечного сечения*), а в нижней – усилия растяжения (*растянутая зона поперечного сечения*). На границе верхней и нижней частей балки растягивающие и сжимающие усилия взаимно уничтожаются (*нейтральная ось сечения*). Сжатие и растяжение балки при ее изгибе показаны на рисунке 1.1.17.

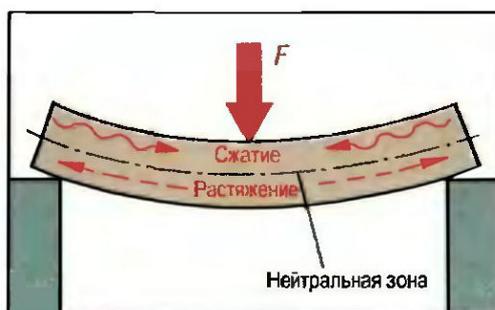


Рисунок 1.1.17 – Сжатие и растяжение балки при ее изгибе

Работающими на изгиб являются, например, перекрытия, ригели, перемычки и стропила. Они должны делаться из таких материалов, которые могут воспринимать растягивающие усилия. Т. к. бетон очень плохо воспринимает растягивающие усилия, то в бетонных конструкциях предусматривается размещение арматуры там, где действует растяжение (рисунок 1.1.18).



Рисунок 1.1.18 – Арматура в железобетонном перекрытии с консольной частью

**Продольный изгиб** – изгиб первоначально прямолинейного стержня, а именно колонны, стойки или подкоса под действием центрально приложенной продольной силы сжатия вследствие потери им устойчивости (рисунок 1.1.19).

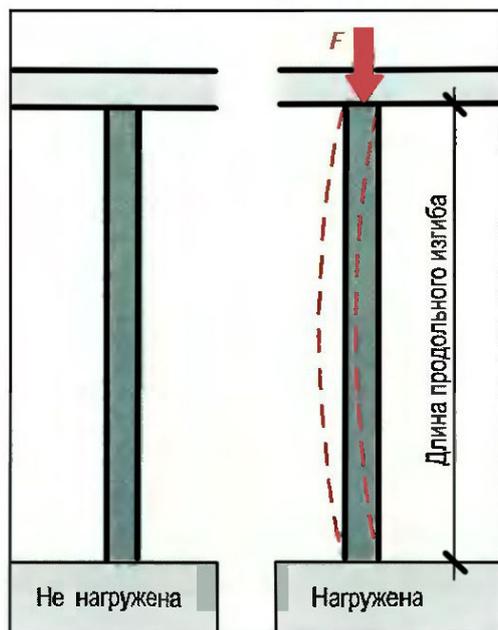


Рисунок 1.1.19 – Продольный изгиб стойки

Прочность на продольный изгиб зависит от материала, формы поперечного сечения, длины конструкции (конструктивного элемента). Работают на продольный изгиб конструкции из стали, дерева, кирпичной кладки, армированного и неармированного бетона и других материалов. Круглые и квадратные формы поперечного сечения конструкций являются наиболее целесообразными для случая продольного изгиба. Чем длиннее и тоньше стойка, тем быстрее она разрушится под нагрузкой при продольном изгибе.

Накладные соединения, как правило, подвергаются нагрузке на растяжение. Появляющиеся при этом усилия могут срезать соединительный элемент, например болт, поперек его длины. Эти усилия называют **усилиями среза**, а их максимальное значение – **прочностью на срез**. Напряжения среза появляются, например, в гвоздях, шурупах, болтах (рисунок 1.1.18), заклепках, дюбелях.

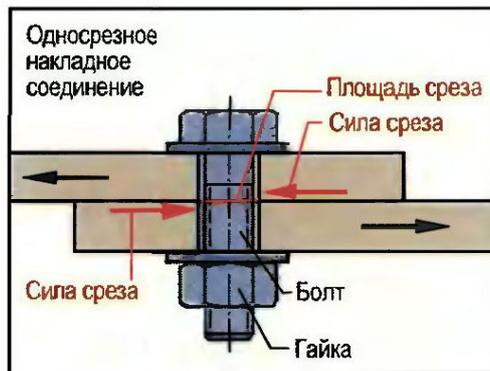


Рисунок 1.1.20 – Срез

Строительные конструкции, такие как, например, балки, ригели и плиты перекрытия, при нагружении подвергаются не только изгибу, но и *сдвигу*. Если, например, положить три бруска друг на друга и нагрузить их на изгиб, то можно установить, что они сдвигаются относительно друг друга вдоль продольной оси по направлению к опорам (рисунок 1.1.21). Если эти бруски склеить между собой и нагрузить их таким же образом, то сдвига этих брусков относительно друг друга не будет. При этом в клеевых соединениях возникают напряжения сдвига. В железобетонных балках для восприятия напряжений сдвига необходима специальная арматура.

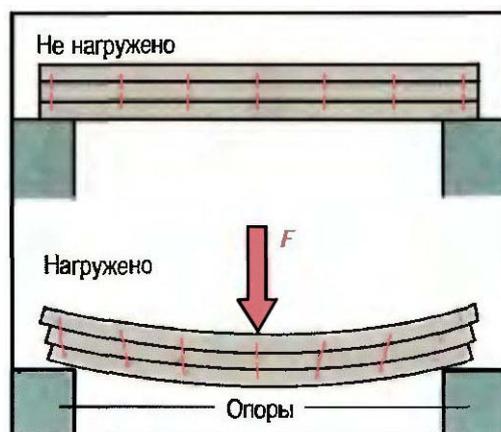


Рисунок 1.1.21 – Сдвиг

Если шуруп вкручивается в дерево, то вдоль оси шурупа действуют вращающие вправо вкручивающие силы и вращающие влево силы трения (рисунок 1.1.22). Эти действующие в противоположном направлении силы нагружают шуруп на *кручение*. Кручение возникает во всех телах, которые должны передавать крутящий момент поперек своей продольной оси.

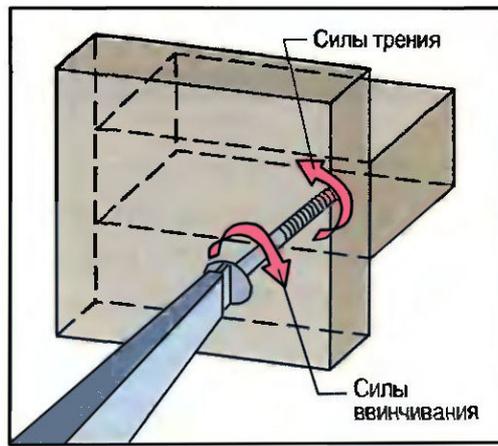


Рисунок 1.1.22 – Работа шурупа на кручение

Когда, например, подпорные стенки или стены нагружены силами, действующими сбоку, например, давление земли, давление ветра или давление воды, то они не должны претерпевать **опрокидывание** (рисунок 1.1.23 – слева). Их устойчивость зависит от площади опорной части, от высоты и от собственного веса конструкции, а также от положения ее центра тяжести. Кроме того, под действием горизонтальных или наклонных сил такие конструкции не должны скользить по их основанию, например по грунту. Сила трения должна быть такой большой, чтобы конструкции не претерпевали **скольжение** (рисунок 1.1.23 – справа).

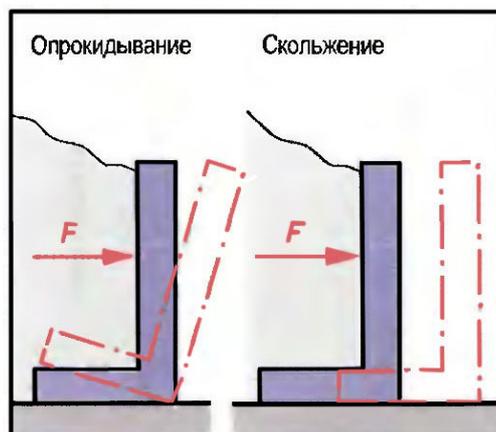


Рисунок 1.1.23 – Опрокидывание и скольжение

**Расчет строительной конструкции** осуществляется в два этапа:

*1-й этап* – статический расчет по правилам и формулам сопротивления материалов и строительной механики:

а) разрабатываются идеализированные расчетные схемы, отражающие работу конструкции в реальных условиях;

б) определяются внутренние усилия в конструкции (изгибающие моменты, обозначаемые буквой «М», поперечные силы – Q, продольные силы – N и др.) в опасных сечениях конструкции;

*2-й этап* – конструктивный расчет с целью выбора материала (материалов) конструкции, рациональных и эстетичных форм и размеров сечений элементов конструкции и др.

*Методы конструктивного расчета:* – по допускаемым напряжениям, по разрушающим нагрузкам, по предельным состояниям.

**Метод предельных состояний** самый точный. Его цель – не допускать предельных (недопустимых) состояний в течение всего срока эксплуатации конструкции. Такой расчет выполняется так, чтобы значения усилий, напряжений, деформаций и перемещений не превышали предельных значений. Реальные нагрузки, прочностные характеристики материалов, условия эксплуатации конструкций в определенной мере отличаются от установленных нормами. Данное обстоятельство учитывается применением частных коэффициентов безопасности.

Выделены *два вида нагрузок: нормативные и расчетные.*

**Нормативная нагрузка** – это наибольшая нагрузка, которая может действовать на конструкцию.

**Расчетная нагрузка** – это нормативная нагрузка, умноженная, например, на коэффициент безопасности. Расчетная нагрузка используется для расчета конструкции.

*Основная характеристика прочности материала – его нормативное сопротивление.*

В случае, например, железобетонных конструкций выделяют две группы предельных состояний:

– **предельные состояния первой группы**, связанные с потерей прочности, устойчивости и другими формами разрушения конструкции или ее элементов, создающего опасность для жизни людей;

– **предельные состояния второй группы**, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкции и связанные с ограничением: а) чрезмерных деформаций и перемещений, неблагоприятно воздействующих на внешний вид конструкции, затрудняющих протекание функциональных (технологических) процессов, создающих повреждения отделки и других неконструктивных (декоративных и вспомогательных элементов); б) недопустимого образования трещин в бетоне конструкции, неблагоприятно влияющего на ее внешний вид и долговечность; в) вибрационных воздействий, создающих дискомфорт для людей, повреждения здания или его частей.

**Расчеты по предельным состояниям первой группы** определяют безопасность конструкции и включают:

- расчеты по прочности;
- расчеты по устойчивости формы и устойчивости положения (опрокидывание, скольжение, всплытие и т. д.);
- расчеты на выносливость при действии многократно повторяющейся нагрузки.

Расчеты по предельным состояниям первой группы выполняют из условия, что усилия от расчетных воздействий не превышают предельных усилий, которые может выдержать конструкция в расчетном сечении с трещиной.

**Расчеты по предельным состояниям второй группы** включают:

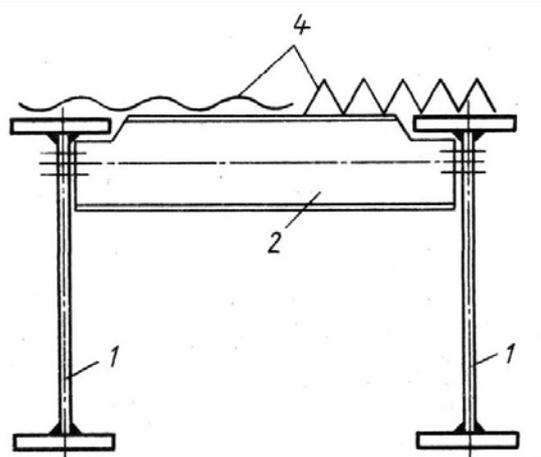
- расчеты по образованию, раскрытию и закрытию (зажатию) трещин;
- расчеты по деформациям (прогибам, перемещениям).

*Дизайнеру предметно-пространственной среды в принципе нет необходимости выполнять сложные инженерные расчеты конструкций. Вместе с тем он должен понимать, чувствовать работу конструкций и их элементов, а также уметь при необходимости выполнять несложные ориентировочные расчеты конструкций при определении их габаритных размеров, ориентируясь*

в первую очередь на положения сопромата и строительной механики (механики материалов и конструкций). В большинстве же случаев дизайнерские конструктивные решения можно разрабатывать на основе аналогов и общих рекомендаций, содержащихся в литературе. Примеры таких рекомендаций из источника [7] приведены на рисунках 1.1.24 и 1.1.25.

Балочная клетка включает главные балки, перекрывающие основной пролет  $l$  с шагом  $L=7...9$  м, и второстепенные балки, опирающиеся на главные с шагом  $B=1,5...3,0$  м.

Оптимальная относительная высота главной балки зависит от многих факторов (расчетного пролета, величины нагрузки, марки стали, предельной величины прогиба, назначения балки и т. д.) и лежит в пределах  $l/10—l/15$ . Во второстепенных балках при величине предельного прогиба  $1/250$  высота сечения балки может быть уменьшена до  $1/20$ .



1— главная балка; 2— второстепенная балка; 4— настил

Рисунок 1.1.24 – Рекомендации по назначению габаритных размеров балок балочной клетки

Клефанерные балки с волнистой фанерной стенкой (рис. 3.17) имеют двутавровое или коробчато-двутавровое сечение постоянной высоты. Волокна наружных шпонов фанерной стенки толщиной около  $\frac{1}{100}$  пролета располагают вдоль балки. Высоту волны стенки  $h_w$  принимают не менее  $\frac{1}{3}$  ширины пояса  $b_p$ . Отношение высоты волны к ее длине примерно  $\frac{1}{10} \dots \frac{1}{20}$ . По длине балки размещают целое число полуволн. Фанерную стенку стыкования склеивают «на ус». Пояса состоят, как правило, из одиночных досок толщиной до 60 мм, расположенных плашмя, в крайних случаях — из клееных пакетов необходимых размеров. В пластах поясов выбирают волнистые пазы прямоугольного или трапециевидного сечения. В эти пазы вклеивают волнистую фанерную стенку (рис. 3.17).

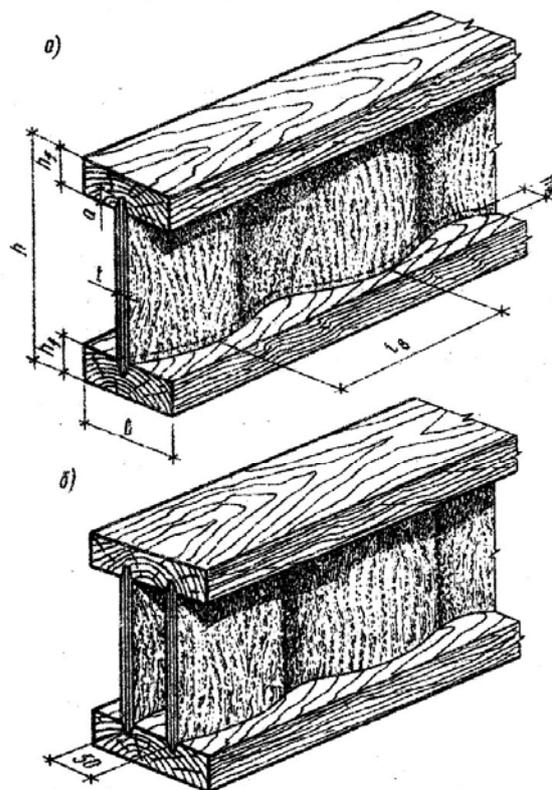


Рис. 3.17. Клефанерные балки с волнистой фанерной стенкой:  
 а — двутавровая с одинарной стенкой; б — коробчато-двутавровая с двойной стенкой

Рисунок 1.1.25 – Рекомендации по назначению габаритных размеров клефанерных балок с волнистой фанерной стенкой

Эффективно помогают дизайнерам понимать сущность работы элементов строительных конструкций и производить их несложные расчеты качественные научно-популярные источники. Среди них стоит выделить, например, ставшие уже классическими книги [8] и [9].

*Ниже представлены шесть любопытных прямых цитат из [8], посвященных проблеме создания безопасных и эффективно работающих конструкций и сооружений.*

*Цитата № 1:* «Природа, создавая свои конструкции, по-видимому, не испытывает затруднений. Полевые колокольчики никто не рассчитывал на прочность, однако это не мешает им быть прекрасно сконструированными. Вообще природа как инженер намного превосходит человека. Для одних творений она

проявляет упорное однообразие, а для других – поражает множеством вариантов».

*Цитата № 2:* «Общее расположение и соразмерность частей живых организмов контролируются в процессе роста механизмом РНК – ДНК – знаменитой “двойной спиралью” Уилкинса, Крика и Уотсона. Однако и в этих рамках каждое конкретное растение или животное располагает большой свободой в построении деталей своей “конструкции”. Не только толщина, но и состав каждого из нагруженных элементов живой конструкции существенно зависят от степени их использования и характера испытываемых ими в течение жизни нагрузок. Таким образом, происходит оптимальное с точки зрения прочности живой конструкции изменение отдельных ее деталей. У природы-конструктора скорее прагматический, чем математический склад характера, к тому же плохие конструкции всегда могут быть съедены хорошими».

*Цитата № 3:* «К сожалению, инженерам такие методы конструирования пока недоступны, и они вынуждены прибегать к догадкам или расчетам, а чаще комбинировать то и другое вместе. Очевидно, что как соображения безопасности, так и соображения экономии заставляют предсказывать распределение нагрузки между отдельными частями конструкции и определять их размеры. Кроме того, хотелось бы знать, каковы будут перемещения нагруженной конструкции, поскольку излишняя гибкость может быть столь же опасной, как и недостаточная прочность».

*Цитата № 4:* «Интуитивное понимание возможных слабостей, присущих материалам и конструкциям, – одно из наиболее ценных качеств инженера. Никакие другие интеллектуальные свойства не могут его заменить».

*Цитата № 5:* «Отверстия, трещины, острые углы и другие особенности поверхности, на которые раньше не обращали внимания, повышают локальные напряжения; такие области повышенных напряжений могут быть очень малыми, но последствия – весьма драматическими. В окрестности отверстия или надреза напряжения могут значительно превышать разрушающие напряжения для данного материала даже в тех случаях, когда общий средний уровень на-

пряжении невысок, и, согласно “мелкомасштабным” вычислениям, конструкция кажется вполне безопасной».

*Цитата № 6:* «Следует отметить, что не только отверстия, трещины и другие пустоты могут быть причиной понижения прочности материала. Вызвать концентрацию напряжений может, наоборот, и добавка материала, если это приводит к резкому локальному увеличению жесткости. Так, если поставить заплату из нового материала на старую одежду или толстый лист брони на тонкий борт военного корабля, из этого не получится ничего хорошего».

*Ниже представлен сокращенный и перефразированный фрагмент книги [9] – в развитие рассказанного выше об изгибе.*

**Изгиб** – это одновременное растяжение и сжатие одного и того же элемента или, говоря на языке конструктора, в рамках одного и того же сечения.

**Упрощенная модель изгиба** следующая (рисунок 1.1.26):

а) изгибаемый элемент состоит из множества нитей, каждая из которых деформируется независимо от других;

б) любые два поперечные сечения, находящиеся вблизи друг от друга и перпендикулярные оси изгибаемого элемента, всегда перпендикулярны провисшей оси.

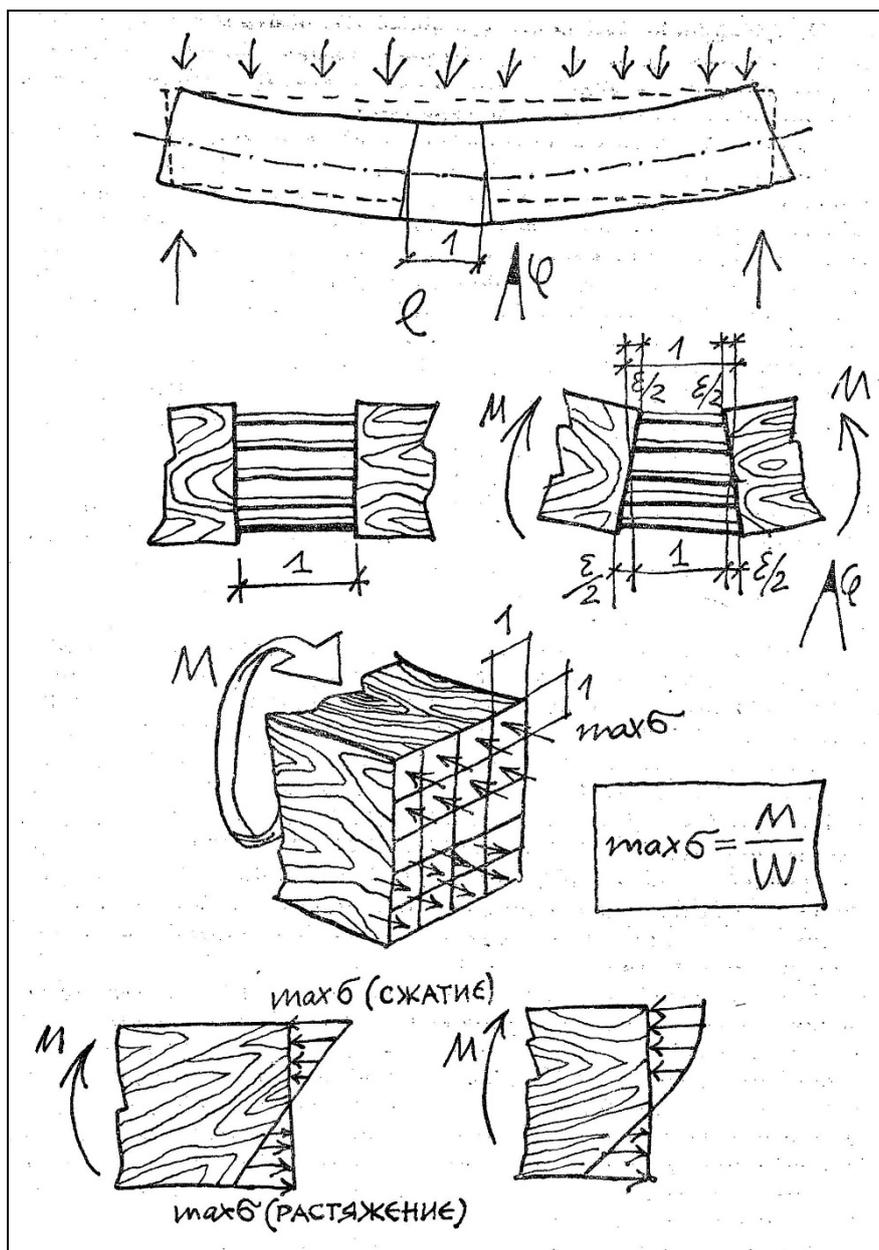


Рисунок 1.1.26 – Упрощенная модель изгиба;  $l = 1$  – расстояние между поперечными сечениями, находящимися вблизи друг от друга;  $\varphi$  – угол поворота сечения;  $\varepsilon$  – относительная деформация;  $\max \sigma$  – напряжения в крайних слоях волокон;  $M$  – изгибающий момент;  $W$  – момент сопротивления сечения (для распространенных форм сечения – справочная величина)

При взаимном повороте двух сечений сильнее всего растягивается, или претерпевает самые большие **деформации растяжения**, нижний слой волокон. Согласно **закону Гука**, в нем возникают наибольшие напряжения. Каждый последующий слой волокон над нижним слоем растягивается все слабее, а значит, работает со все меньшим напряжением растяжения. Средний же слой не деформируется вообще. Выше этого слоя деформации и вместе с ними напряжения нарастают, но это уже **деформации сжатия**, имеющие **обратный знак**.

Т. к. деформации распределяются линейно по высоте сечения, то и соответствующие им напряжения распределяются тоже линейно. Такие напряжения, действующие перпендикулярно (*нормально*) к плоскости поперечного сечения элемента, называются **нормальными напряжениями**. Кроме них, в плоскости сечения (*тангенциально*) действуют **тангенциальные напряжения**.

Следует особо отметить, что *определение нормальных напряжений в изгибаемых элементах осуществляется на основе представленной модели вне зависимости от их формы, величины и материала.*

В инженерной практике различные изгибаемые элементы рассчитываются по довольно сложным методикам, в результате чего, в частности, определяется форма и размеры элементов – самые интересные для дизайнера вещи.

### **1.1.8. Основные принципы формообразования строительных конструкций**

Задача выбора оптимальной формы практически любой строительной конструкции решается, как правило, **методом сравнения вариантов**. При этом желательно рассматривать *разные материалы и их комбинации* для воплощения проектного решения здания в целом и его отдельных конструкций в частности. Например, односемейный двухэтажный жилой дом при самых разных объемно-пространственных решениях может иметь либо монолитный несущий остов и легкие ограждающие конструкции, либо кирпичные наружные и внутренние стены, либо легкий каркас из древесины с соответствующими легкими ограждающими конструкциями, перегородки могут быть стационарными из кирпича или сборно-разборными обшивными и т. д.

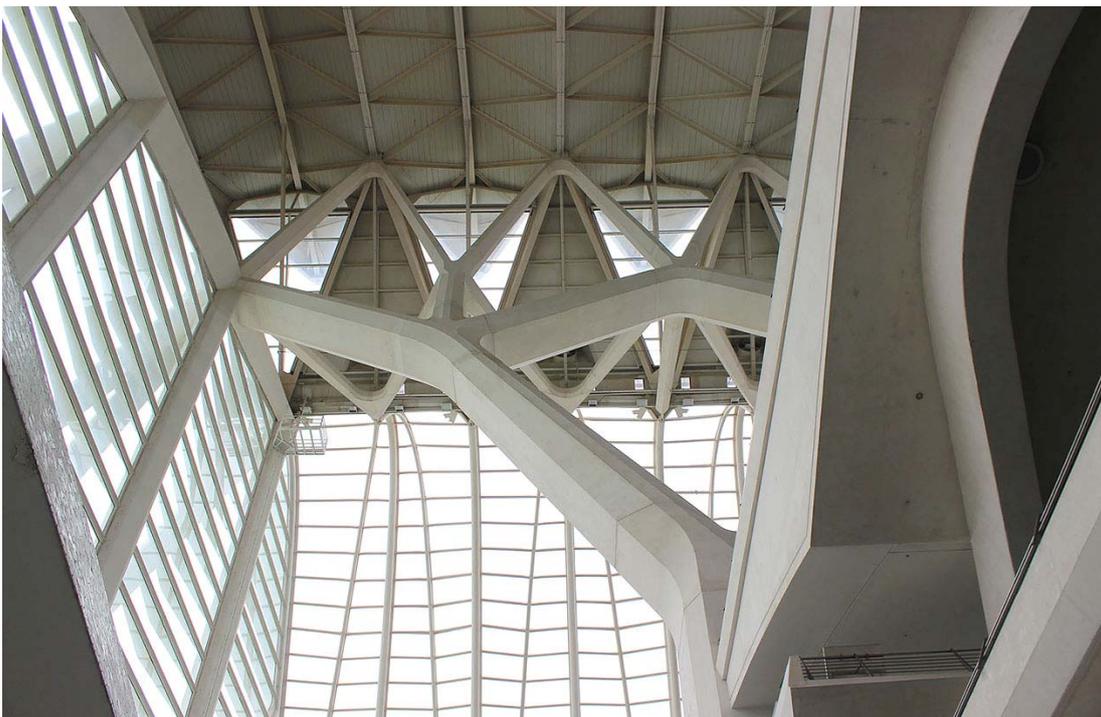
Определение формы конструкции начинается с выявления ряда ее вариантов, которые представляются *самыми рациональными*. В первую очередь следует обратить внимание на решения, *хорошо зарекомендовавшие себя на практике*. Вместе с тем необходимо рассматривать и *новые перспективные варианты*.

На рисунках 1.1.27 и 1.1.28 показаны подсказанные природой формы конструкций из такого хорошо зарекомендовавшего на практике и в то же время

перспективного строительного материала, как монолитный железобетон в случае объектов Города искусств и наук (архитектор Сантьяго Калатрава) в г. Валенсии, Испания.



*Рисунок 1.1.27 – Город искусств и наук в г. Валенсии, второй объект слева – музея наук принца Фелипе (фото Д.Д. Жукова)*



*Рисунок 1.1.28 – Внутреннее пространство музея наук принца Фелипе в Городе искусств и наук в г. Валенсии (фото Д.Д. Жукова)*

*Нет смысла оценивать очевидно неверные конструктивные решения. Например, стальной двутавр как рациональная балка перекрытия не может располагаться в пространстве так, чтобы его стенка находилась не в вертикальной*

плоскости, а, допустим, в горизонтальной. Но не все здесь однозначно. При другом функциональном назначении двутавра рациональным может оказаться расположение его стенки как раз в горизонтальной плоскости. К слову, правило, которое отображено на рисунке 1.1.17, относится именно к балке. В случае же пола по лагам основным становится проектное размещение половых досок, работающих на изгиб своеобразных балок, в положении «лежа».

Инженер, сопоставляя варианты, оценивает их по *различным технико-экономическим показателям*: массе, расходу материалов, трудоемкости изготовления и монтажа, себестоимости, приведенной стоимости и др. Наиболее общим и универсальным показателем служит *приведенная стоимость*, учитывающая, помимо прочего, как себестоимость, так и эксплуатационные расходы. Например, себестоимость световых проемов (окон) с повышенным сопротивлением теплопередаче выше, чем у обычных проемов, но в общем итоге, если учесть теплопотери через указанные проемы, приведенная стоимость первых может оказаться ниже.

Дизайнеру предметно-пространственной среды, отвечающего в первую очередь за художественно-функциональное обустройство внутренних пространств, нет необходимости производить по-настоящему инженерные расчеты и заниматься детальным конструированием строительных конструкций. Если в круг его обязанностей ввести и это, он бы заменил собой инженера-проектировщика, что в современных условиях разделения труда не имеет никакого смысла.

Поэтому *в области инженерного формообразования строительных конструкций дизайнер должен*, во-первых, понимать или, иначе говоря, в должной мере уметь читать рабочую проектную документацию, разработанную инженерами-проектировщиками, и, во-вторых, разрабатывать для них дизайнерские чертежи и другие изображения, объясняющие формы строительных конструкций средового объекта. Используя такую, для себя основополагающую, информацию, инженеры-проектировщики, взаимодействуя с дизайнером, и разрабатывают детальные чертежи, по которым реализуется дизайн-проект.

Вместе с тем для лучшего знания проектно-конструкторской компоненты своей профессии дизайнеру необходимо выполнять и отдельные учебные задания чисто инженерного характера – но с упрощенным рассмотрением сложных технических вопросов, к которым относятся и расчеты строительных конструкций.

В ходе комплексного учебного дизайн-проектирования предусматривается одновременная разработка объемно-пространственной и конструктивной частей проекта.

В источнике [10] говорится: «Любое совершенствование конструктивного и технического решения есть усовершенствование архитектурного решения. Всякая работа над организацией пространства есть работа над техникой, всякая работа над технической проблемой есть работа над решением пространства».

В том же источнике сообщается, что задача комплексного проектирования состоит в достижении целостности объемно-пространственной и конструктивной подсистем проектной модели, связи форм и конструкции. И уточняется: взаимовлияние технического и художественного начала проектирования является сложным противоречивым процессом, который обретает свое единство в композиции архитектурного (средового) объекта. Значит, целостность объемно-пространственной и конструктивной подсистем достигается в ходе попеременного уточнения той и другой. А начинается это с разработки дизайн-концепции, включающей в себя и определение общих форм строительных конструкций на основе метода сравнения вариантов.

На рисунке 1.1.29 показан, как один из многочисленных примеров разницы между подходами дизайнера и инженера к конструированию, узел примыкания витражного остекления к междуэтажному перекрытию общественного здания, разработанный дизайнером на начальной стадии проектирования и инженером на завершающей стадии проектирования. Второе конструктивное решение базировалось на первом, которое не раз уточнялось при участии дизайнера.

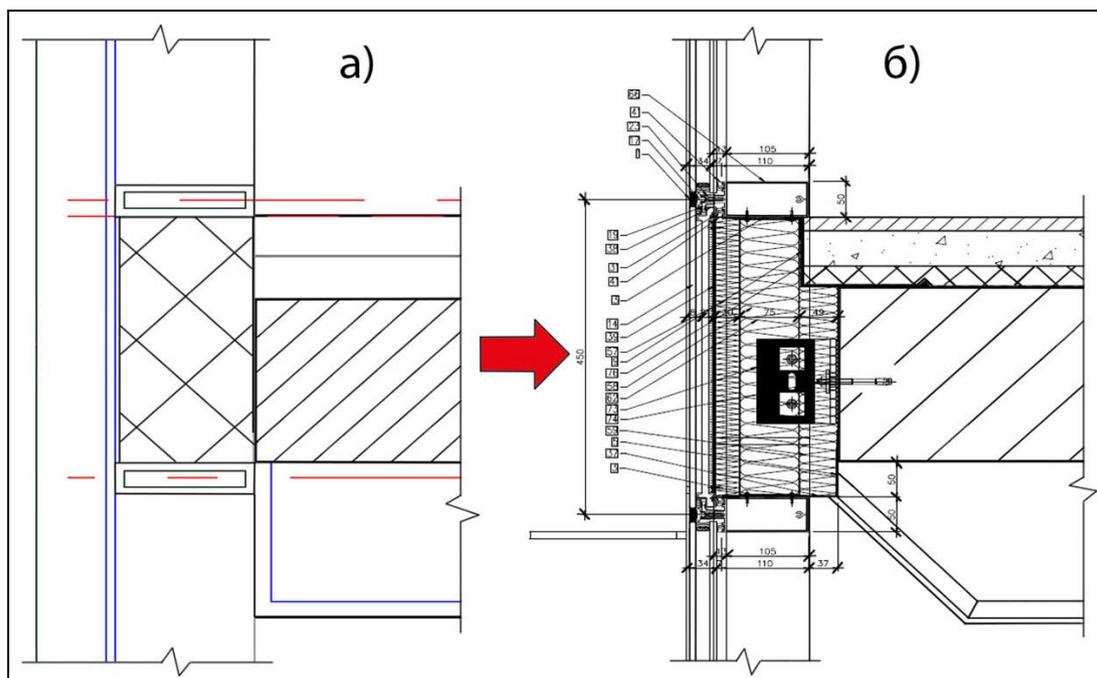


Рисунок 1.1.29 – Узел примыкания витражного остекления к междуэтажному перекрытию общественного здания, разработанный дизайнером (а) и инженером-проектировщиком (б)

### 1.1.9. Классификация конструктивных и конструктивно-технологических систем зданий и сооружений

Конструктивной основой здания служит его *несущий остов*, состоящий из отдельных взаимосвязанных несущих конструктивных элементов. Их совокупность, обеспечивающая прочность, жесткость и устойчивость здания называется его *конструктивной системой*.

Необходимо отметить, что понятие «конструктивная система» является умозрительным, дающим возможность из весьма сложной *технической системы под названием «здание»* вычленить *подсистему несущих конструкций (несущий остов)*, которую можно называть главной и без которой существование здания невозможно. Это с одной стороны. С другой стороны, любая конструктивная система – это *идеализация* (инженерное упрощение) реального несущего остова здания, без которой нельзя осуществить необходимые инженерные расчеты конструкций и в итоге построить здание.

*Сравнительно простые по форме несущие остовы* (для жилых и подобных им по форме общественных зданий в виде, например, прямоугольного параллелепипеда или цилиндра) состоят из *вертикальных и горизонтальных несущих элементов*. К вертикальным относятся стены, колонны (стойки), стволы

(ядра) и оболочки (трубы), к горизонтальным – несущие элементы перекрытий (верхнее перекрытие называют также покрытием или крышей). Встречаются также вертикально-горизонтальные несущие элементы – объемно-пространственные блоки (объемные блоки).

*Несущие остовы бывают и без вертикальных несущих элементов.* Это, например, опирающаяся сразу на фундамент жесткая оболочка покрытия общественного здания. Вообще, *уникальные общественные здания* разной этажности зачастую имеют весьма сложную форму и соответственно конструктивную систему, которая может лишь частично содержать указанные в предыдущем абзаце несущие элементы.

Существует много разработанных в разное время **классификаций конструктивных систем зданий** со сравнительно простыми по форме несущими остовами. Таких зданий намного больше, чем зданий сложной формы, имеющих нередко уникальные конструктивные системы. Поэтому изучение конструктивных систем зданий следует начинать именно с их не самых сложных видов.

Наиболее наглядной и логичной представляется классификация, представленная на рисунке 1.1.30. Согласно ей, конструктивные системы подразделяются на **основные** и **производные**, которые в свою очередь делятся на **каркасные** и **бескаркасные**. *Основных («чистых») конструктивных систем* пять: **стенная, каркасная, объемно-блочная, ствольная и оболочковая (труба)**. (Стеновую и объемно-блочную системы, бывает, рассматривают и как одну – плоскостенную.)

В случае *стенной системы* вертикальными несущими конструкциями здания являются стены, а *каркасной* – колонны.

*Объемно-блочная система* – это опирающиеся друг на друга и соединенные между собой объемно-пространственные или, говоря короче, *объемные блоки*.

Если система *ствольная*, то перекрытия здания опираются на его ствол и несущий остов здания напоминает гриб с ножкой (ствол) и шляпкой (ствол и перекрытия).

*Оболочковая система* представляет собой жестко соединенные между собой наружные несущие стены (внутренних несущих стен при этом нет), на которые опираются перекрытия. В чистом виде оболочковая система для обычных зданий практически не используется.

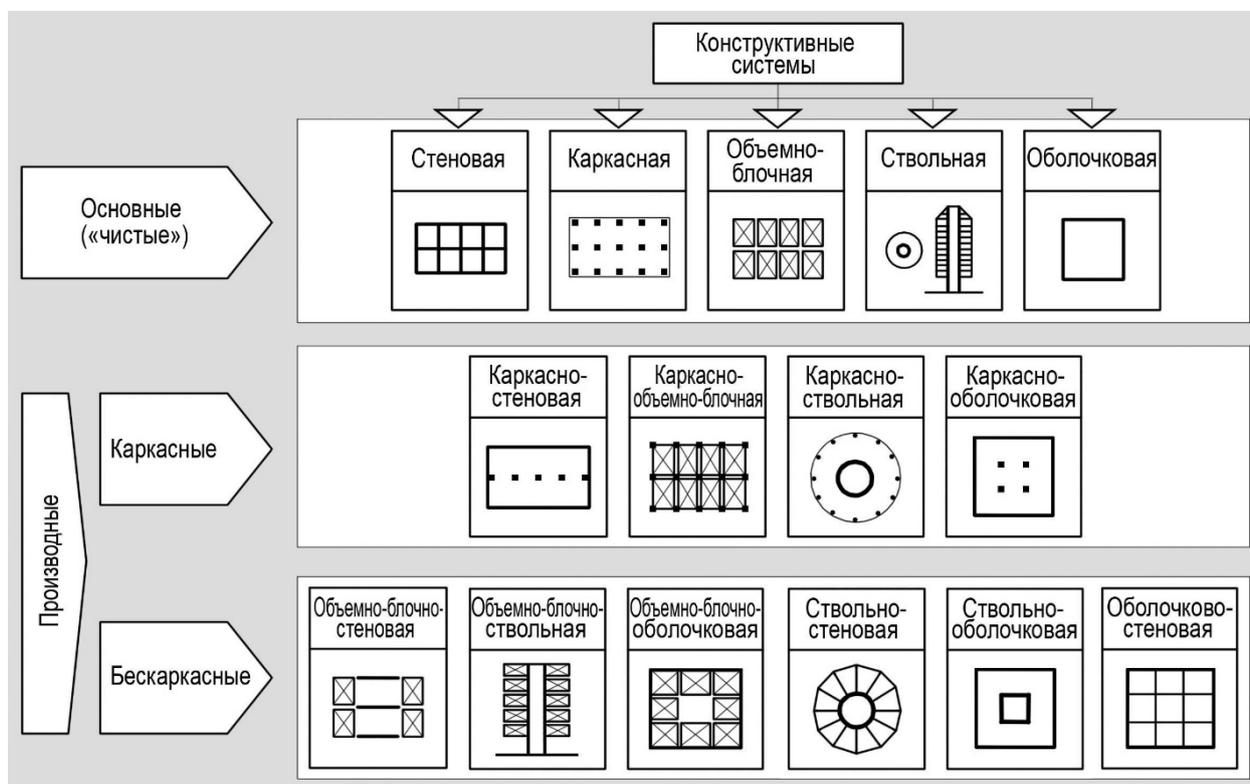


Рисунок 1.1.30 – Классификация конструктивных систем зданий

*Производные конструктивные системы* являются взаимодополняющими сочетаниями основных. На рисунке 1.1.30 показаны *двойные сочетания*.

Если система *каркасно-стенная*, вертикальными несущими конструкциями здания служат стены и колонны, причем последние чаще всего располагаются только внутри здания.

Когда система *каркасно-объемно-блочная*, объемные блоки находятся в пространственных ячейках, формируемых вертикальными и горизонтальными элементами каркаса. Объемные блоки при этом являются, как правило, условно ненесущими конструкциями. «Условно» потому, что нижнее перекрытие объемного блока представляет собой горизонтальную несущую конструкцию, работающую на изгиб.

*Каркасно-ствольная система* – это ствол и окружающие его колонны, на ствол и колонны опираются перекрытия.

В случае *каркасно-оболочковой системы* перекрытия опираются на оболочку и находящиеся внутри нее колонны.

Что касается бескаркасных конструктивных систем, три из них имеют в большей степени теоретический, нежели практический смысл. Это системы *объемно-блочно-оболочковая*, *ствольно-оболочковая* и *оболочково-стеновая*. Вместе с тем их использование возможно в случае уникальных зданий.

Если система *объемно-блочно-стеновая*, между столбами из несущих объемных блоков располагаются несущие стены.

*Объемно-блочно-ствольная система* – это ствол с прикрепленными к нему консольными объемными блоками.

В случае *объемно-блочно-оболочковой системы* к стенам, образующим оболочку, консольным образом закрепляются объемные блоки – получается как бы вывернутая наизнанку *объемно-блочно-ствольная система*.

*Ствольно-стеновая система* представляет собой сочетание несущих стен и повышающего жесткость здания ствола, на который, как и на стены, опираются перекрытия.

*Ствольно-оболочковая система* – это, по сути, два ствола – внутренний и внешний, на которые опираются перекрытия.

Когда система *оболочково-стеновая*, жесткость здания повышает не внутренний ствол, как в случае ствольно-стеновой системы, а внешний ствол, на который, как и на стены, опираются перекрытия.

Помимо двойных сочетаний основных конструктивных систем, распространены *тройные*, возможны *четверные*, теоретически можно представить *пятерную*, когда все пять основных конструктивных систем образуют целостное единство. Одним из распространенных тройных сочетаний является *каркасно-ствольно-оболочковая система*.

Представленные конструктивные системы классифицируются главным образом по виду и характеру работы под нагрузкой вертикальных несущих кон-

струкций. *Перекрытия* в случае разных конструктивных систем, помимо восприятия вертикальных нагрузок, являются *горизонтальными дисками жесткости*, вносящими свой вклад в обеспечение совместной работы вертикальных несущих конструкций.

Имеют место также **комбинированные и смешанные конструктивные системы**.

*Комбинированная система* получается в том случае, когда смена по крайней мере двух разных конструктивных систем происходит по вертикали. Можно представить себе такую, например, комбинацию: в нижних этажах здания конструктивная система каркасная, в средних – стеновая, в верхних – объемно-блочная.

Смена разных конструктивных систем по горизонтали создает *смешанную систему*. Например, средний блок целостного с архитектурной точки зрения здания имеет каркасную систему, а два боковых – стеновую. При этом между блоками, как правило, устраиваются *деформационные швы*.

Используется и такое не вполне однозначное понятие, как **конструктивная схема**.

*Конструктивной схемой* называют вариант конструктивной системы по признакам состава и размещения в пространстве основных несущих конструкций (в этом случае можно говорить, например, о *продольно-стеновой конструктивной схеме стеновой конструктивной системы*), а также более или менее точное (с правильными пропорциями и размерами) графическое изображение конструктивной системы. Второй вариант, возможно, является более логичным.

Очевидно, что конструктивные системы – это безматериальные технические характеристики в первую очередь несущего остова зданий. Одна и та же конструктивная система может быть материализована в разных материалах: в кирпиче, сборном или монолитном железобетоне, стальных или деревянных конструкциях и т. д. Учитывается это обстоятельство использованием такого понятия, как **конструктивно-технологическая, или строительная, система**.

*Конструктивно-технологическая система* – это сочетание определенной конструктивной системы и определенного метода строительного производства (материалы, изделия, конструктивные элементы, технологии возведения и монтажа и т. д.). В мире существует огромное количество различных конструктивно-технологических систем, очень многие из которых являются целостными фирменными продуктами.

Характеризуя конструктивно-технологическую систему здания, недостаточно рассматривать только его несущий остов, следует рассматривать все находящиеся в той или иной взаимосвязи все конструкции и конструктивные элементы здания.

Для примера можно привести самые общие названия четырех конструктивно-технологических систем, понимая, что без привязки к определенному типу здания (дома) они во многом теряют свой смысл:

- многоэтажное многоквартирное жилое крупнопанельное здание на основе железобетонных и бетонных конструкций;
- многоквартирный жилой объемно-блочный дом средней этажности на основе бетонных и железобетонных конструкций;
- высотное офисное каркасно-ствольное здание на основе монолитного (ствол) и сборного (каркас) железобетона;
- одноэтажный многоквартирный жилой дом с мансардой на основе скрытого деревянного каркаса.

Вообще, полное описание конструктивно-технологической системы может занимать несколько страниц (листов) проекта.

#### **1.1.10. Особенности конструктивных систем в зависимости от материального воплощения**

Реальный материал и конструкция наделяют умозрительную конструктивную систему здания архитектурным смыслом. Одно из основных понятий архитектурной композиции – *тектоника*. Это понятие означает пластическое построение формы здания согласно его материально-конструктивной сущности.

Каждая конструктивная система отличается своими *тектоническими формами*. В рамках одной и той же конструктивной системы могут иметь место тектонические формы с различными характеристиками, обусловленными материалами и технологиями строительства. Например, многоэтажное жилое или общественное здание с *монолитным каркасом* отличается – и порой существенно – от сходного по своим объемно-планировочным свойствам здания со *сборным каркасом*. В первом случае могут быть наружные стены криволинейного очертания и сравнительно свободное размещение колонн, чего чрезвычайно трудно добиться без значительных затрат во втором случае.

### **1.1.11. Объемно-пространственные возможности различных конструктивно-технологических систем**

Любое здание – это организованное *внутреннее пространство*, которое ограничено *материально-конструктивной оболочкой*, а значит, имеет вполне определенную объемную форму. Что касается *архитектурного объема*, он представляет собой, в сущности говоря, само архитектурное сооружение (здание) или его часть. *Архитектурный объем (объем)* воспринимается *извне* в трех измерениях.

Объем заключает в себе *внутреннее пространство*, используемое в практических целях. В объеме может находиться или одно внутреннее пространство (пример – крытый рынок), или группа связанных между собой внутренних пространств (пример – офисное здание). Указанные здания состоят из одного объема. Здания формируются также из двух и более объемов (пример – многофункциональный общественный комплекс с торговыми предприятиями, спортивными залами, бассейном, кинозалом и т. д.).

Современная архитектура – это стремление к соответствию объема и внутреннего пространства зданий. При этом материально-конструктивная конкретизация архитектурных форм в лучших своих проявлениях происходит в результате выдвижения на первый план эстетического подхода, которое лишь в малой степени может противоречить инженерному подходу, прерогативой представителей которого служит поиск рациональной формы конструкций.

Дизайнерам предметно-пространственной среды импонируют конструктивные системы, позволяющие реализовывать *свободные (гибкие) планировки* в пределах как можно большего по объему пространства. Но не во всех проектных случаях существует необходимость в таких планировках. Например, общежитие для студентов может иметь жестко заданные габариты сравнительно небольших помещений для проживания. Примерно то же касается гостиниц, арендного жилья и др.

Дизайнеру следует понимать особенности различных конструктивно-технологических систем с той прежде всего целью, чтобы верно представлять себе формируемые их материально-конструктивными оболочками внутренние пространства. Причем пространства не только *замкнутые* (пример – жилая комната), но и *не полностью замкнутые* (пример – терраса).

Если сравнить *стенную и каркасную конструктивные системы*, то при прочих равных условиях (площади и высоте этажа и т.д.) более просторной, позволяющей по-разному «нарезать» отдельные помещения в пределах, допустим, этажа, является вторая – каркасная. Образно говоря, она лишена таких планировочных помех, как внутренние несущие стены.

Если же оценить разные конструктивно-технологические системы зданий тех же конструктивных систем, можно увидеть, например, что не всякий каркас рационально применять в многоэтажном жилищном строительстве. Для него мало подходит *сборный железобетонный каркас* с опирающимися на полки ригелей сборными железобетонными плитами перекрытий вследствие выступающих в помещение упомянутых ригелей. А *монолитный* или *сборно-монолитный каркас с плоскими дисками перекрытий* не всегда применим в случае определенных типов общественных зданий даже при не самых крупных пролетах перекрытий (6–7 м), но в то же время почти идеально подходит для жилых зданий с пролетами перекрытий даже в 9 м (рисунок 1.1.31). Дело здесь заключается в нагрузках на перекрытия, которые существенно больше в общественных зданиях. Поэтому в общественных зданиях монолитные перекрытия чаще всего имеют ребра (балки) – см. рисунок 1.1.32.



*Рисунок 1.1.31 – Многоэтажный жилой дом с монолитным железобетонным каркасом и плоскими дисками перекрытий в процессе строительства в г. Минске (фото Д.Д. Жукова)*

*Объемно-блочные здания из бетонных объемных блоков имеют очень ограниченные планировочные возможности, тем более если изготовление блоков поставлено на поток с целью строительства большого количества быстровозводимых многоэтажных жилых зданий. Но вместе с тем, спрос на такие объекты возможен, ведь теоретически они заметно дешевле, скажем, крупнопанельных домов. Здесь уместно вспомнить об арендном жилье.*

*При прочих равных условиях здания с монолитным железобетонным каркасом могут быть с большим количеством этажей, нежели здания со сборным железобетонным каркасом. Но если последний дополнить монолитным стволом жесткости, может сложиться обратная картина – более высоким может быть каркасно-ствольный вариант.*



*Рисунок 1.1.33 – Многоэтажное общественное здание с монолитным железобетонным каркасом и ребристыми перекрытиями в процессе строительства в г. Минске (фото Д.Д. Жукова)*

Когда стоит задача построить небоскроб, часто ее решают в материально-конструктивном отношении, выбирая тройную конструктивную систему – *каркасно-ствольно-оболочковую*. При этом зачастую в современной мировой практике элементы такого несущего остова выполняются из монолитного железобетона.

Ствол хорош в зданиях достаточной этажности, для рациональных малоэтажных зданий он практически не подходит. Продолжая рассказ о малоэтажных зданиях, следует в первую очередь заметить, что их наиболее рациональные и экономичные решения связаны с конструкциями на основе *древесины*. Например, в Северной Америке очень популярны односемейные однодвухэтажные дома *каркасно-обшивной конструкции*. И каркасные элементы, и элементы обшивки при этом на основе древесины: например, первые – деревянные, вторые – из *ориентированно-стружечных плит*. Для строительства малоэтажных домов используются и *стальные каркасы*. Но эти каркасы отличаются от каркасов многоэтажных зданий, т. к. выполняются из *термопрофиля* – изготовленных из тонколистовой оцинкованной стали швеллеров с перфорированной стенкой. Привлекательные дома строят также из *прессованных соломенных блоков*. Будучи покрытыми штукатуркой достаточной толщины, стены из таких блоков являются пожаробезопасными конструкциями.

Как видно, даже самый общий анализ возможностей любой конструктивно-технологической системы и ее сравнение с другими может дать много пищи для размышлений архитектора и дизайнера предметно-пространственной среды.

## **1.2. Основания, элементы нижней части, несущие остовы, стены и лестницы малоэтажных гражданских зданий**

**Фундамент** – это, как правило, подземная конструкция здания, которая воспринимает нагрузки от расположенных выше него элементов несущего остова и передает эти нагрузки на основание.

**Основание** – это грунт, воспринимающий нагрузки от здания. Основание бывает естественным и искусственным. *Естественное основание* представляет собой грунт в природном состоянии. *Искусственное основание* – это грунт с искусственно измененными, улучшенными свойствами.

Фундаменты подразделяются на *ленточные, столбчатые, свайные и плитные (сплошные)*.

*Ленточные фундаменты* применяются, как правило, в случае стеновых конструктивных систем и устраиваются чаще всего из бетона.

*Столбчатые фундаменты* применяются в случае разных конструктивных систем. Стены опираются на них через фундаментные балки.

*Свайные фундаменты* чаще всего используются вместе с ростверком, на который непосредственно опираются стены или колонны.

*Плитный (сплошной) фундамент* располагается под всем зданием. Получает все большее распространение и в малоэтажном строительстве независимо от качества естественного основания.

Для защиты конструкций зданий от грунтовой и (или) капиллярной влаги в нижней части зданий устраивается **гидроизоляция**: горизонтальная и вертикальная. Выполняется она часто из битумосодержащих рулонных материалов.

Приобретает актуальность и **защита зданий от подземных газов** – газовая защита. Газ способен проникать в здание через трещины в монолитных полах, конструкционные швы, трещины в стенах ниже уровня земли, зазоры в де-

ревянных полах, зазоры вокруг инженерных труб и т. д., достигая опасных концентраций. В общем случае необходима защита от таких газов, как *радон*, *метан*, *диоксид углерода*, окись углерода, сероводород, водород, из которых наиболее опасны первые три.

Учитывая современный дефицит строительных площадок отказываться от опасного в отношении газового загрязнения места не всегда разумно. Если риск газового загрязнения существует, следует установить специальные **системы газовой защиты**. Причем самый важный аспект газовой защиты – предотвращение проникновения газа из грунта внутрь здания. Принципы газовой защиты показаны на рисунке 1.2.1.

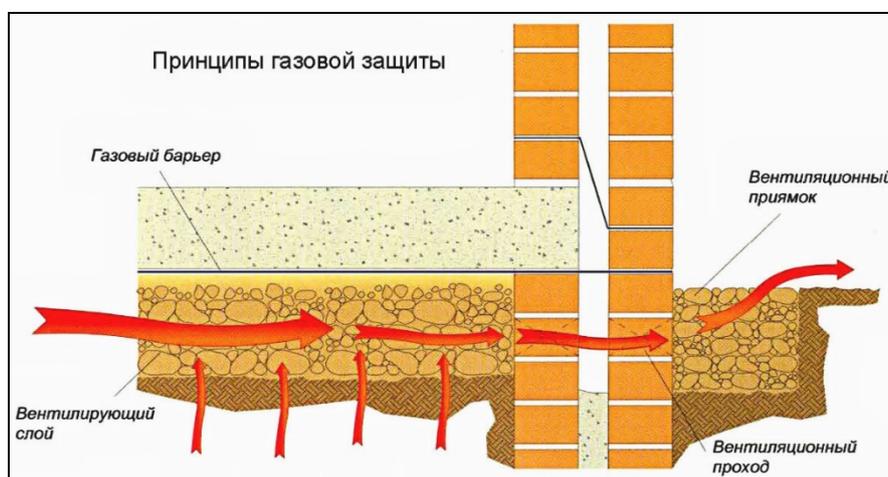


Рисунок 1.2.1 – Принципы газовой защиты (решение компании Isoral)

Чаще всего в малоэтажном строительстве используются следующие **конструктивные системы**:

- *стенная* трех модификаций (*продольно-стенная*, *поперечно-стенная* и *перекрестно-стенная*);
- *каркасно-стенная*.

Реже применяются *каркасная* и *объемно-блочная* системы.

*Стены* выполняются из штучных материалов (керамический и силикатный кирпич, ячеистобетонные блоки и т. д.), деревянных изделий (оцилиндрованных бревен, клееного бруса и т. д.), с деревянным или металлическим каркасом, из крупных бетонных и небетонных (на основе древесины) панелей, из монолитного тяжелого или легкого бетона и других материалов и изделий.

*Каркас* бывает чаще всего железобетонным, стальным, деревянным, комбинированным.

*Объемные блоки* могут как тяжелыми (бетонными), так и легкими с каркасом из металла или древесины, обшивкой из разных плитных (листовых) материалов и эффективной теплозвукоизоляции.

***Наружные стены*** выполняются в виде однослойных, слоистых и каркасных конструкций на основе мелкоштучных каменных изделий, монолитного бетона, дерева, металла и других материалов.

***Внутренние стены*** выполняются преимущественно из тех же материалов, что и наружные, за исключением теплоизоляционных, пароизоляционных, отделочных и других материалов, формирующих наружные стены именно как наружные ограждающие конструкции. Например, если в одном и том же здании основным (несущим) слоем наружной стены является кирпичная кладка, то она же служит конструктивной основой внутренней или внутренних стен. При этом сопряжения всех стен устраиваются, как правило, с перевязкой швов для получения жесткого несущего остова.

Выбор стен для актуального в эпоху энергоэффективности *теплого дома* (теплый дом – эмоциональное просторечное название ***энергоэффективного здания***) следует делать обоснованно, с учетом достоинств и слабых мест каждого из возможных вариантов, а также типа здания. Следует подчеркнуть, что именно стены в первую очередь характеризуют здание.

В Беларуси действует ТКП 45-2.04-196-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения» и его *Изменение № 1*.

Согласно ему, жилые и общественные здания подразделяются на классы в зависимости от потребления ими *тепловой энергии на отопление и вентиляцию*: А+ и А (очень высокий), В (высокий), С (нормальный), D (пониженный), Е (низкий) и G (очень низкий). Возьмем, к примеру, гипотетический малоэтажный дом класса А+ для Бреста, Минска и Витебска. Расход тепловой энергии за

отопительный период на отопление и вентиляцию у него не будет превышать соответственно 55,3, 67,2 и 75,6 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

В странах Евросоюза осуществляется переход к строительству *зданий с близким к нулевому энергобалансом (nearly zero-energy building – nZEB)*. Похожие термины используют в США. Самый исчерпывающий из них – *здание с нулевым энергетическим балансом (net-zero energy building)*. В принципе, любой дом, который потребляет на 60–70 % меньше энергии, чем обычный, подпадает под «нулевую» американскую категорию.

*Здание с близким к нулевому энергобалансом* – это высокий уровень теплозащиты, эффективные инженерные системы, оптимальная интеграция в окружающую среду. Оно получает всю необходимую энергию от ее возобновляемых источников. Если такой энергии из-за погодных условий недостает, используются традиционные источники энергии. Если выработанной для здания возобновляемой энергии больше его потребности, излишки электричества направляются в централизованную сеть или электроаккумулятор, а излишки тепловой энергии – в тепловой аккумулятор.



*Рисунок 1.2.2 – Nearly zero-energy building с крышной фотоэлектрической системой в Германии (фото компании ibbink)*



*Рисунок 1.2.3 – Net-zero energy building с ветроэнергетической установкой eddyGT номинальной мощностью 1 кВт в штате Иллинойс, США (фото компании Urban Green Energy)*

Всемирным ориентиром в отношении энергоэффективного строительства является стандарт *пассивного дома* (Германия). Потребность пассивного дома в тепловой энергии на отопление – не более  $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ ; воздухопроницаемость при избыточном давлении 50 Па – не более  $0,6 \text{ h}^{-1}$  (в помещении за один час обменивается не более 0,6 воздуха); полная потребность в первичной энергии – не более  $120 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ . Последний показатель относится ко всем бытовым энергетическим нагрузкам (отопление, горячее водоснабжение, освещение, приготовление пищи, работа бытовых приборов и т.д.).

Беларуси в области строительной энергоэффективности суждено предпринимать примерно те же усилия, что и странам, которые входят в ЕС. А в ЕС действует *переработанная Директива 2010/31/ЕС по энергетическим характеристикам зданий*. Согласно ей, после 31 декабря 2018 г. здания, занимаемые и принадлежащие в ЕС органам государственной власти, должны иметь близкий к нулевому энергобаланс. А не позднее 31 декабря 2020 года «нулевыми» строениями в ЕС будут становиться все новые здания.

В то время как широкого применения возобновляемых источников энергии в Беларуси ожидать пока не приходится по причине, в частности, сравнительно низких тарифов на электрическую и тепловую энергию, утеплять здесь

ограждающие оболочки зданий (в том числе наружные стены) на уровне, сопоставимом с европейским, уже есть и экономический смысл.

Если говорить в общем, то для белорусов *теплый дом* – это хорошо теплоизолированный дом, на отопление и вентиляцию которого тратится существенно меньше энергии, чем в случае традиционного дома.

***Упрощенно стены для теплого дома можно классифицировать так:***

*1) стены на основе каменной кладки или бетона:*

*– с легкой штукатурной системой утепления;*

*– с тяжелой штукатурной системой утепления;*

*– с вентилируемым воздушным зазором, в том числе вентилируемая навесная система утепления (навесной вентилируемый фасад или, короче, вент-фасад);*

*2) стены на основе легкого внутреннего каркаса (каркасно-обшивные стены), в том числе с вентилируемым воздушным зазором;*

*3) условно однослойные (условно монолитные) стены из ячеистобетонных или пеностеклянных изделий (блоков).*

Естественно, дороже те стены, которые возводятся из более дорогих компонентов в ходе более дорогих технологических мероприятий. В общем случае при одинаковом *сопротивлении теплопередаче* утепленные стены на основе каменной кладки или бетона дороже стен из ячеистобетонных блоков, которые, в свою очередь, могут быть дороже деревянно-каркасных стен.

Что касается *нормативного сопротивления теплопередаче* элементов ограждающей оболочки жилых и общественных зданий применительно к их строительству, реконструкции и модернизации, то в Беларуси для наружных стен оно составляет  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  (порядка 10,0 в случае пассивного дома), для совмещенных покрытий, чердачных перекрытий и перекрытий над проездами –  $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , для перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями –  $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , для заполнения световых проемов  $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

В состав *легкой штукатурной системы утепления* (рисунок 1.2.4) чаще всего входят следующие слои и элементы:

- жесткие эффективные плиты утеплителя (из минеральной ваты или пенополистирола);
- клеящий слой для крепления плит к основанию; в случае необходимости применяется дополнительное крепление специальными дюбель-анкерами;
- армированный слой, в котором заделывается армирующая полимерная или стекловолоконная сетка, имеющая щелочестойкое покрытие;
- грунтовка для улучшения адгезии защитно-декоративного слоя;
- защитно-декоративный слой;
- доборные элементы, которые обеспечивают усиление углов здания, оконных и дверных откосов, примыкания к кровле (крыше), оконным и дверным блокам, цоколю и т. д.

Общая толщина армированного слоя, грунтовки и защитно-декоративного слоя – от 3 до 8 мм. Если в качестве финишного слоя применяются, например, «дышащие» облицовочные материалы, толщина штукатурных слоев может достигать 15 мм и более.

Как правило, применяются легкие штукатурные системы на основе сухих строительных смесей, из которых изготавливаются клеящие и армирующие массы. Отдельные компоненты этих систем должны тщательно подбираться по сочетаемости друг с другом и обязательно подвергаться системной проверке по термическому расширению, водопоглощению, морозостойкости, паропроницаемости и сцеплению слоев друг с другом.

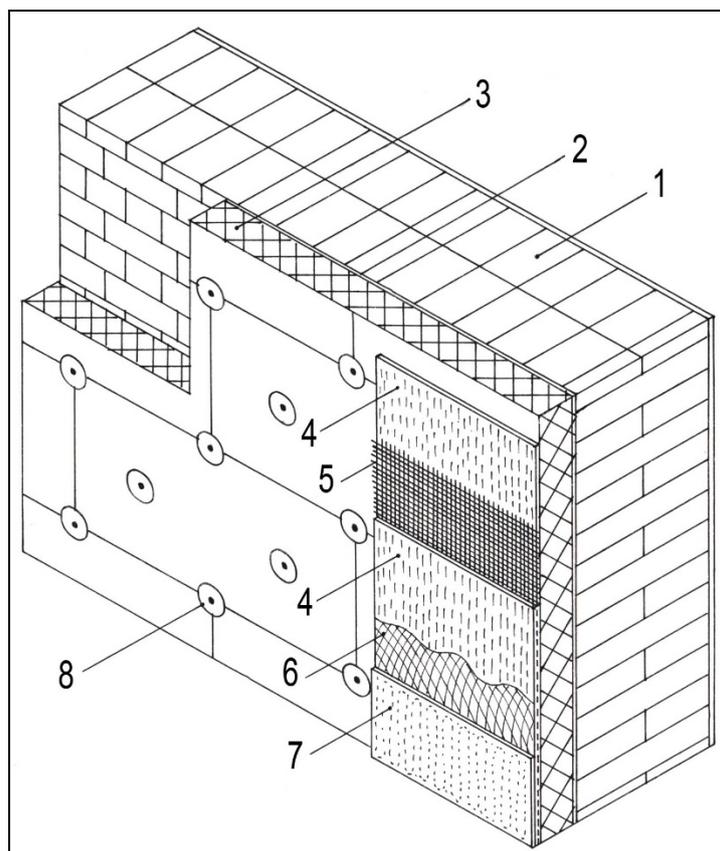


Рисунок 1.2.4 – Принципиальное конструктивное решение легкой штукатурной системы утепления. 1 – капитальная часть стены; 2 – клеевой слой; 3 – эффективный утеплитель; 4 – армированный слой; 5 – армирующая сетка; 6 – грунтовка; 7 – защитно-декоративный слой; 8 – дюбель-анкер

В случае **тяжелой штукатурной системы утепления** (рис. 1.2.5) общая толщина штукатурных слоев которой, как правило, 20–30 мм, несущие функции выполняет металлическая армирующая сетка и гибкие (подвижные) крепежные элементы, посредством которых плиты эффективного утеплителя крепятся к капитальной части стены.

По сравнению с легкой штукатурной системой в тяжелой штукатурной системе утепления используются менее прочные плиты утеплителя из минеральной ваты или пенополистирола.

Тяжелые штукатурные системы с подвижным крепежом отличаются отсутствием жестких требований к качеству поверхности капитальной части стены. Это особенно важно при утеплении существующих зданий.



Рисунок 1.2.5 – Макет тяжелой штукатурной системы утепления (фото Д.Д. Жукова)

**Вентилируемая система утепления**, или *навесной вентилируемый фасад (вентфасад)*, состоит из трех основных элементов (рисунок 1.2.6–1.2.9):

- наружной облицовки (противоождевого экрана);
- каркаса облицовки (подоблицовочной конструкции);
- эффективной теплоизоляции из, как правило, минеральной ваты.

В вентфасаде с деревянным каркасом (он используется главным образом в малоэтажных зданиях) целесообразна теплоизоляция невысокой плотности, защищаемая от продувания и разволокнения ветрозащитным материалом. Он пропускает диффундирующие в холодную погоду сквозь стену водяные пары в вентилируемый зазор, но не пропускает наружную влагу в утеплитель. В случае металлического (из оцинкованной или нержавеющей стали, алюминия) каркаса в ряде случаев целесообразна теплоизоляция относительно высокой плотности (жесткие плиты). При этом ветрозащита может отсутствовать. Причем в любом случае водяные пары без особых помех попадают из помещения в вентилируемый зазор.

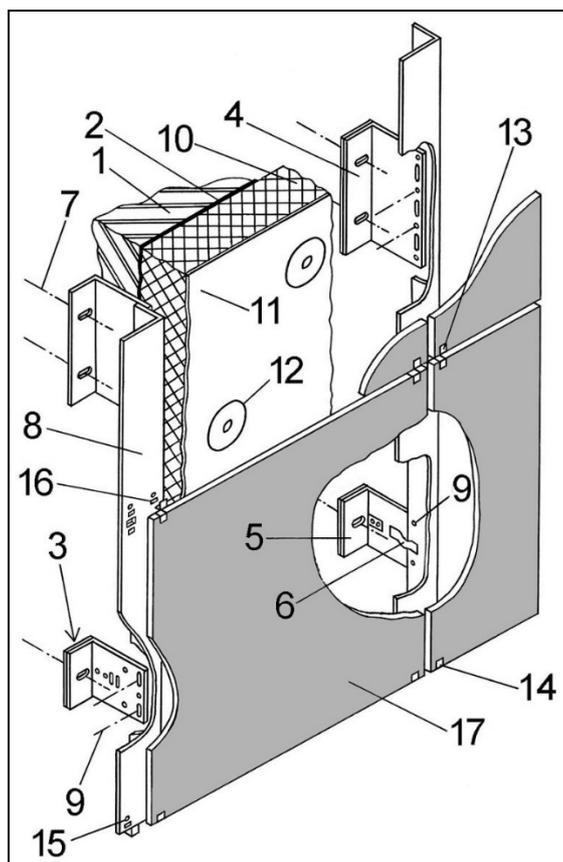


Рисунок 1.2.6 – Принципиальное конструктивное решение одного из вариантов навесного вентфасада; 1 – капитальная часть стены; 2 – выравнивающий штукатурный слой; 3 – прокладка; 4 – несущий кронштейн; 5 – опорный кронштейн; 6 – прижимной язычок; 7 – ось дюбель-анкера для крепления кронштейна к капитальной части стены; 8 – вертикальный опорный профиль; 9 – ось заклепки и заклепка; 10 – негорючий эффективный утеплитель; 11 – ветрозащита; 12 – дюбель-анкер; 13 – рядовой кляммер; 14 – концевой кляммер; 15 – заклепка; 16 – уплотняющая прокладка; 17 – облицовочная плита (из керамогранита)



Рисунок 1.2.7 – Монтаж вентфасада с каркасом облицовки из алюминиевых профилей (фото Д. Д. Жукова)

В вентфасаде за счет вентиляции воздушного зазора утеплитель находится в более благоприятных по сравнению с невентилируемыми системами условиях. Благодаря зазору улучшается температурно-влажностный режим помещений, а фактическая теплопроводность утеплителя оказывается ниже, чем в стенах без вентилируемого зазора. Кроме того, вентфасад исключает перегрев стены.



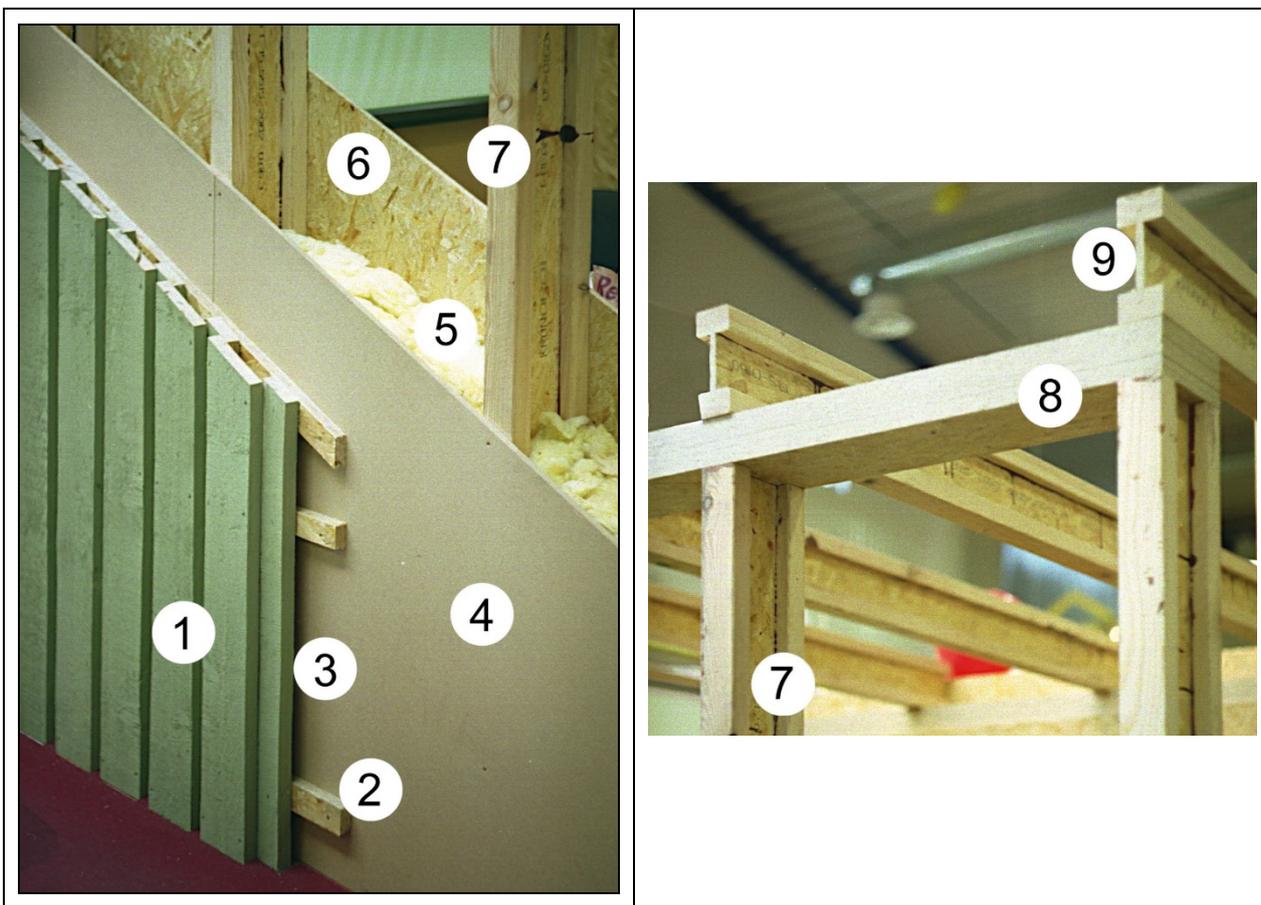
*Рисунок 1.2.8 – Монтаж вентфасада с облицовкой из керамогранитных плит  
(фото Д. Д. Жукова)*

Монтировать вентфасад, ввиду отсутствия «мокрых» процессов, можно в любое время года. Контроль выполнения работ прост и надежен. Вентфасад имеет высокую степень ремонтпригодности. Перед его монтажом не всегда требуется выравнивать поверхность капитальной части стены. Срок службы вентфасада без серьезного ремонта – ориентировочно до 50 лет.



*Рисунок 1.2.9 – Монтаж вентфасада с облицовкой из металлического сайдинга  
(фото Д. Д. Жукова)*

Для нового малоэтажного жилья (коттеджей) наилучшим образом подходят **каркасно-обшивные стены** (рисунок 1.2.10). Самыми распространенными в мире являются каркасно-обшивные стены со скрытым в их толще деревянным каркасом. Дома с такими стенами и крышами – недорогие, теплые, комфортные и экологически чистые – весьма популярны во многих странах. Так, в США и Канаде их доля на рынке индивидуального жилья составляет порядка 90 %.



*Рисунок 1.2.10 – Конструкция одного из вариантов каркасно-обшивного дома (фото Д. Д. Жукова); 1 – облицовка из окрашенных досок; 2 – деревянная обрешетка облицовки; 3 – вентилируемый воздушный зазор; 4 – наружная обшивка деревянного каркаса стены из ориентированно-стружечной плиты; 5 – утеплитель из минеральной ваты на основе стекловолокна; 6 – внутренняя обшивка каркаса стены из ориентированно-стружечной плиты; 7 – деревянная стойка каркаса стены; 8 – верхняя обвязка каркаса стены; 9 – деревянная двутавровая балка перекрытия*

Каркасно-обшивные дома возводятся просто и быстро, максимум за один строительный сезон. Из опыта: бригада из 3–4 рабочих способна собрать деревянный каркас дома площадью 150–200 м<sup>2</sup> за 2–3 недели, причем без подъемного крана и другой крупногабаритной техники. Указанным постройкам не требуется дорогой массивный фундамент, а отсутствие усадки деревянного каркаса позволяет вести отделочные работы сразу же после его монтажа.

Для утепления каркасно-обшивных стен чаще всего используют низкоплотную минеральную вату на основе либо базальтового, либо стеклянного волокна. Легкий утеплитель в данном случае размещается в своеобразных колодцах, образованных элементами стенового каркаса и обшивкой, например, из гипсокартона. Наружная отделка стены может быть на любой вкус, в т. ч. в ви-

де облицовочной стенки в полкирпича с созданием за ней вентилируемого наружным воздухом зазора.

Любителям *бревенчатых* и *брусчатых стен* предлагаются лишь с виду подобные конструкции (рисунки 1.2.11 и 1.2.12). На самом деле они являются каркасно-обшивными, когда в качестве обшивок выступает так называемая вагонка блок-хаус, имитирующая полноценное бревно или брус. Между наружной и внутренней обшивкой находятся деревянные стойки внутреннего стенового каркаса и эффективная теплоизоляция из минеральной ваты.



*Рисунок 1.2.11 – Энергоэффективная имитация бревенчатой стены (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.2.12 – Энергоэффективная имитация брусчатой стены (фото Д. Д. Жукова)*

Деревянный стеновой каркас можно заполнять и прессованными соломенными блоками (рисунки 1.2.13 и 1.2.14). Соответствующий каркас часто делают двойным из брусьев 10x10 см. До начала его заполнения соломенными

блоками устраивается кровля, под которой они не намокают. Блоки должны быть из зрелой, здоровой и собранной в сухом состоянии соломы. Лучшая солома – ржаная. Снаружи по сетке (например, стальной оцинкованной) на блоки наносится хорошо «дышащая» цементно-известковая штукатурка. Изнутри хороша обшивка из гипсокартонных или гипсоволокнистых листов. Правильно выполненная соломенная стена не «боится» грызунов, птиц и насекомых, а также надежна в противопожарном отношении. Возводимый быстро и во многих случаях только вручную соломенный дом не просто экологически чистый, он биопозитивный, поскольку активно улучшает физическое и психическое состояние человека.

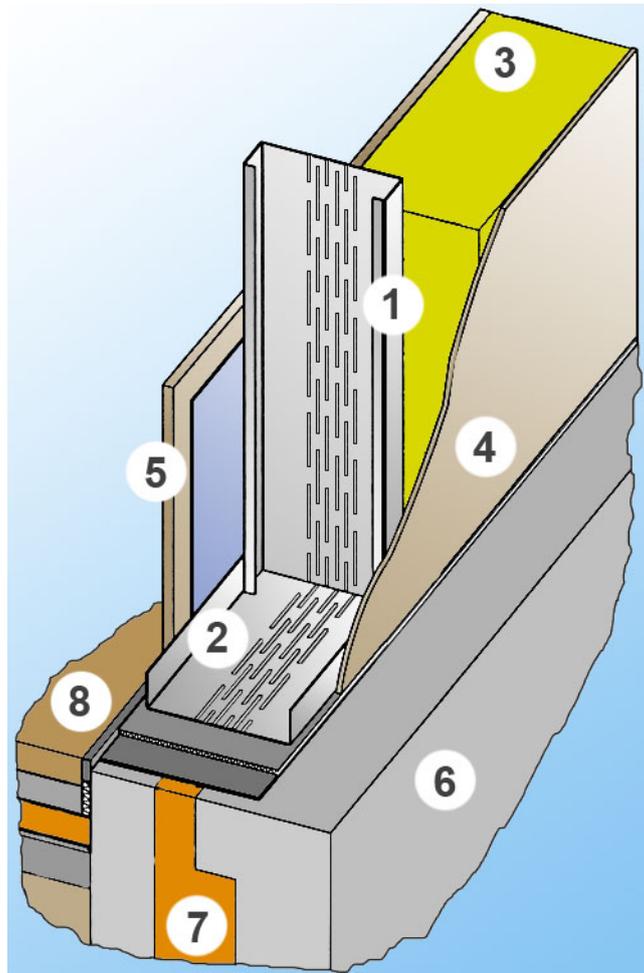


*Рисунок 1.2.13 – Каркас соломенного дома (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.2.14 – Заполнение каркаса наружной стены соломенными блоками  
(фото Д. Д. Жукова)*

Пожарная безопасность легких коттеджей заметно повышается, если деревянные каркасы заменяются металлическими. Главные конструктивные элементы легкого металлического каркаса – тонкостенные термопрофили из горячеоцинкованной низколегированной стали (рис. 1.2.15-1.2.16). Благодаря перфорированной стенке они не создают в ограждении заметных мостиков холода, не уступая теплотехническому отношению деревянным элементам. Среди плюсов каркаса из термопрофилей и то, что они позволяют применять перекрытия пролетом до 8 м и стропильные фермы скатных крыш пролетом до 18–20 м.



*Рисунок 1.2.15 – Принципиальное конструктивное решение наружной стены с каркасом из термопрофилей; 1 – стойка из термопрофиля; 2 – нижняя обвязка из термопрофиля; 3 – эффективная теплоизоляция; 4 – наружная облицовка; 5 – внутренняя облицовка с пароизоляцией; 6 – цоколь; 7 – теплоизоляция цоколя; 8 – пол*

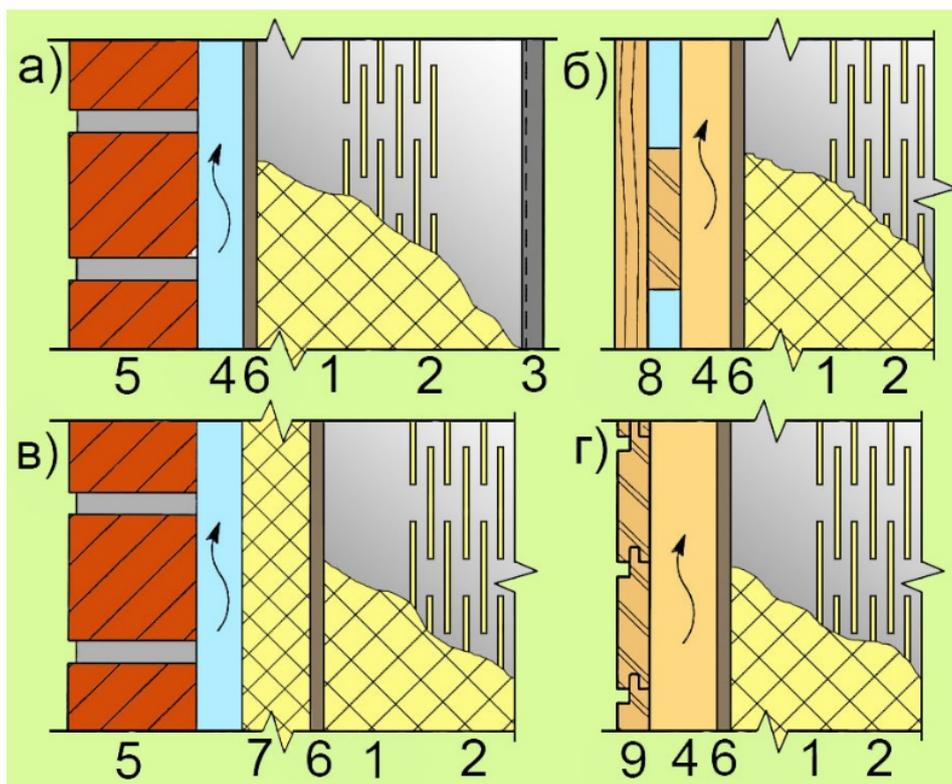


Рисунок 1.2.16 – Четыре варианта наружной стены с каркасом из термопрофилей: с наружной стенкой из облицовочного кирпича (а, в) и с экраном из досок (б, г); 1 – эффективный утеплитель; 2 – термопрофиль; 3 – пароизоляция и внутренняя облицовка; 4 – вентилируемый воздушный зазор; 5 – кладка из облицовочного кирпича, б – ветрозащитная облицовка; 7 – ветрозащитный утеплитель с кашированной внешней поверхностью; 8 – облицовка из вертикально расположенных досок (крепится к горизонтальной обрешетке); 9 – обрешетка из горизонтально расположенных досок (крепится к вертикальной обрешетке)

**Перегородки** – это внутренние ненесущие стены. Их можно подразделять по свойствам и конструкции (*акустически однородные* и *акустически неоднородные*), а также по условиям эксплуатации и конструкции (*стационарные*, *сборно-разборные* и *трансформируемые*).

**Акустически однородные перегородки** выполняются из одного материала: бетона, кирпичной кладки, кладки из натурального камня и т. д.

**Акустически неоднородные перегородки** имеют слоистую, чаще всего каркасную конструкцию и выполняются из нескольких материалов разной плотности, включая в себя в определенных случаях воздушные прослойки или зазоры.

**Стационарные перегородки** малоэтажных зданий часто выполняются из перечисленных для случая акустически однородных перегородок каменных ма-

териалов. Такие перегородки опираются через слой раствора на несущую конструкцию перекрытия.

**Сборно-разборные перегородки** чаще всего имеют каркас из легких металлических (оцинкованная тонколистовая сталь) профилей, обшитых гипсокартонными или гипсоволокнистыми плитами (листами), между которыми размещается негорючий звукоизоляционный материал малой плотности (пример – плиты из минеральной ваты на основе стекловолокна). Могут опираться на напольное покрытие или стяжку пола.

**Трансформируемые (мобильные) перегородки**, имеющие обычно каркасную конструкцию, бывают преимущественно *прямо­раздвижными, откатными, шарнирно-складывающимися* из узких щитов (панелей) шириной не более 200 мм, *гармончатыми* с деревянным или металлическим каркасом, обшитым, например, искусственной кожей со звукоизоляционным слоем. Легкие перегородки могут подвешиваться к потолку. Движение перегородок осуществляется по направляющим посредством роликов. При этом направляющие монтируются на напольном покрытии или заглубляются в пол.

Особенность **лестниц** малоэтажных зданий заключается в том, что они могут не располагаться в отдельных помещениях, а быть важной частью интерьера, например, прихожей или гостиной жилого дома.

К **основным конструктивным типам лестниц** можно отнести:

– *лестницы на косоурах* – наклонных балках, на которые ступени опираются сверху (рисунки 1.2.17–1.2.19);

– *лестницы на тетивах* – наклонных балках, к которым ступени примыкают сбоку (рисунки 1.2.20–1.2.22);

– *лестницы на больцах (болтах)* – в этом случае в стену вставляют резиновые прокладки и стальные больцы (от немецкого *bolzen* – болт, палец), к которым крепят ступени (рисунок 1.2.23);

– *винтовые и круговые лестницы* – у первых главным несущим элементом, как правило, служит центральная стойка (рисунки 1.2.24 и 1.2.25), у вто-

рых внутри цилиндр (материальный или воображаемый) достаточно большого диаметра;

– *лестницы с подвешенными ступенями* – в них роль косоура играет несущий поручень или перекрытие (рисунок 1.2.26);

– *комбинированные лестницы* – в них сочетаются разные основные конструктивные решения, а также разные материалы (рисунок 1.2.27).

На рисунках 1.2.20–1.2.22 показан фрагмент из старого проекта малоэтажного дома. Но подобные конструкции лестниц не теряют своей актуальности.

Из *материалов* хороши дерево (бук, ясень, дуб), алюминий, медь, латунь, чугун, мрамор, гранит, керамогранит, сборный и монолитный бетон и железобетон, высокопрочное и безопасное стекло (рисунок 1.2.28), пластмассы. К примеру, косоур может быть стальной, а ступени – деревянные или деревопластиковые.

Показанные на рисунках 1.2.17–1.2.28 лестницы применяются преимущественно в малоэтажных жилых зданиях, во многих малоэтажных гражданских зданиях используются лестницы, подобные лестницам многоэтажных зданий. Рисунки 1.2.17, 18, 23, 25, 26 и 27 предоставлены УП «ТрадикКо» (Минск), на рисунках 1.2.20, 21 и 22 представлены фрагменты проектной документации.



Рисунок 1.2.17 – Лестница на двух стальных косоурах



*Рисунок 1.2.18 – Лестница на одном стальном косоуре*



Рисунок 1.2.19 – Лестница на одном железобетонном косоуре (фото Д. Д. Жукова)

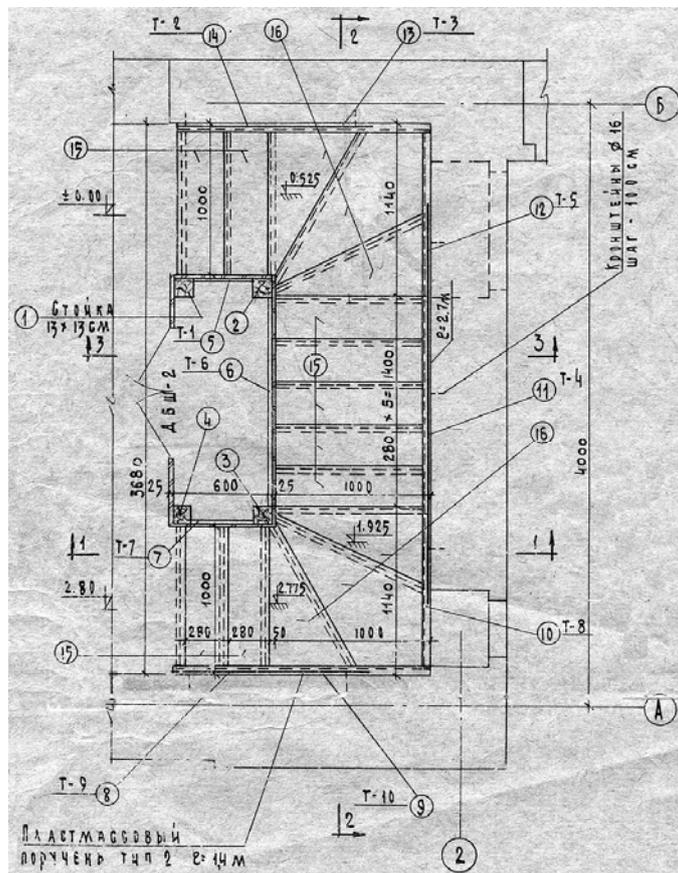


Рисунок 1.2.20 – Деревянная лестница на тетивах

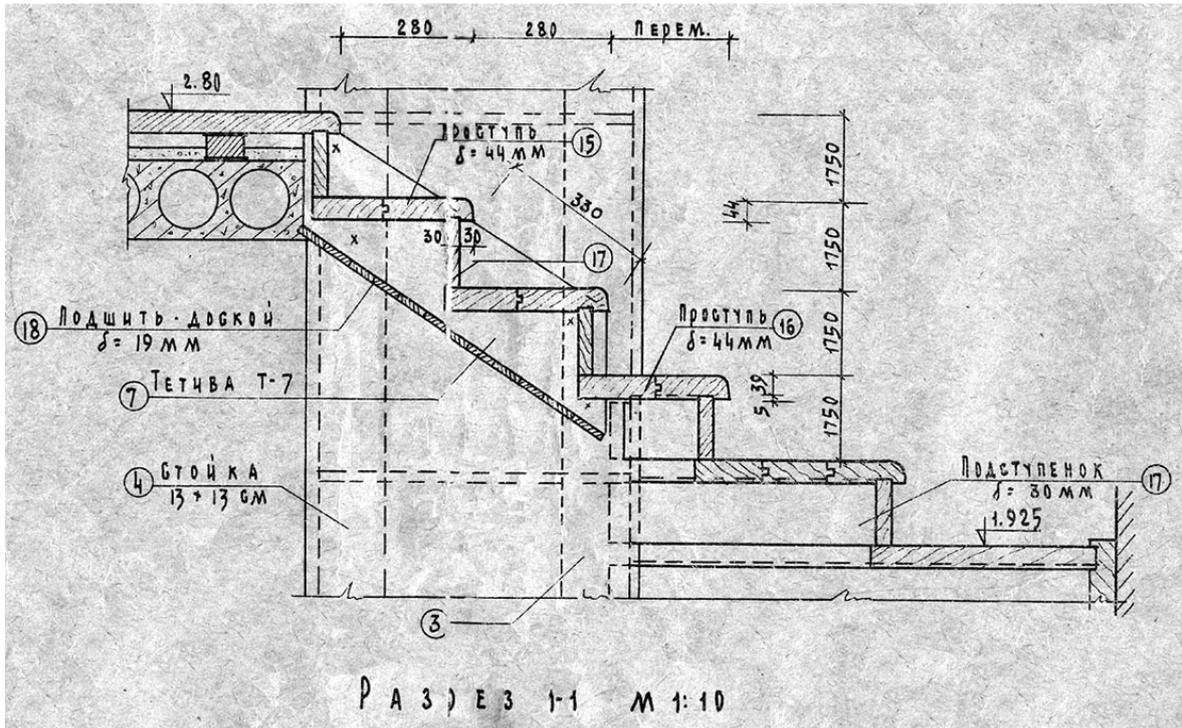


Рисунок 1.2.21 – Деревянная лестница на тетивах  
(см. совместно с рисунком 1.2.20)

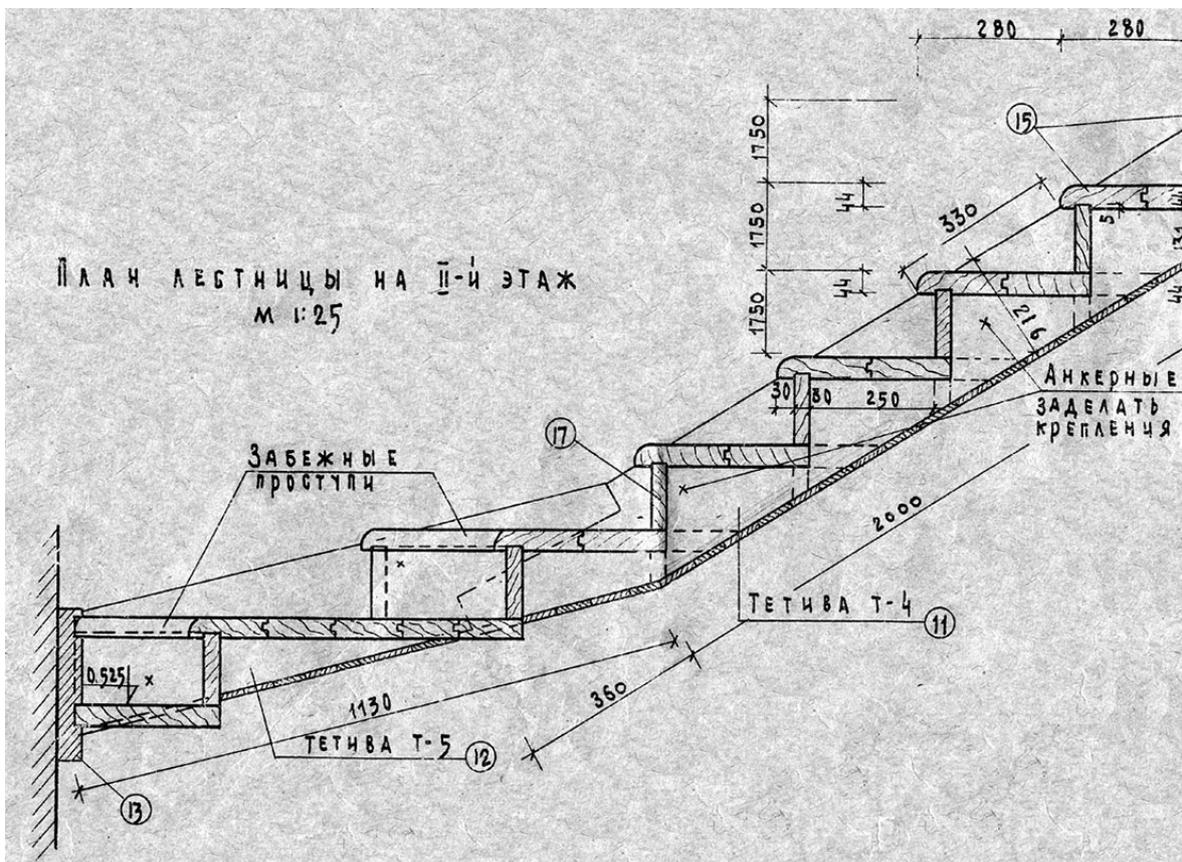


Рисунок 1.2.22 – Деревянная лестница на тетивах  
(см. совместно с рисунками 1.2.21 и 1.2.22)



*Рисунок 1.2.23 – Деревянная лестница на больцах*



*Рисунок 1.2.24 – Металлическая винтовая во вращающемся энергоактивном доме, экологическая древесина г. Райне, Германия (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.2.25 – Деревянная винтовая лестница*



*Рисунок 1.2.26 – Лестница на подвешенных деревянных ступенях*



*Рисунок 1.2.27 – Комбинированная лестница*



*Рисунок 1.2.28 – Стекланные ступени (фото Д. Д. Жукова)*

Очень важен правильный *уклон лестницы* – отношение высоты ступени (подступенка)  $a$  к ширине ступени (проступи)  $b$ . Есть несколько эмпирических формул. Проверенное временем решение основано на том, что длина шага взрослого человека по горизонтали составляет в среднем 60–65 см. Отсюда формула:  $2a + b = 60–65$  см. Применяется и такая формула:  $a + b = 48$  см. В. Делль и Г. Лерман из Германии исследовали затраты энергии более 1000 человек, каждый из которых поднимался по лестницам с разными уклонами. Оказалось, что наиболее благоприятное соотношение размеров проступи и подступенка – при  $b - a = 12$  см, а самый удобный уклон у лестницы – при  $a \times b = 17 \times 29$  см.

В белорусских зданиях у большинства лестниц ступени размером 15 x 30 см. Но в любом случае размеры всех ступеней одной и той же лестницы должны быть одинаковыми, ведь человек ходит по лестницам «на автопилоте», а не размышляет над величиной каждой ступени.

Существует множество вариантов *объемно-планировочных решений лестниц*. Среди них: двухмаршевые с одной междуэтажной площадкой, одномаршевые, одномаршевые с междуэтажной площадкой, одномаршевые с поворотом под углом  $90^\circ$ , двухмаршевые с двумя междуэтажными площадками, трехмаршевые, винтовые, с забежными ступенями, циркульного очертания.

У каждого вида лестниц свои особенности. Одномаршевые лестницы, расположенные одна над другой, экономят строительный объем здания. Очень компактной может быть винтовая лестница. Трехмаршевые лестницы весьма объемны, зато весьма представительны. В общем, каждой лестнице – свое место.

Быстрота и безопасность эвакуации людей определяется *пропускной способностью лестницы*, зависящей от ее *ширины* и *уклона*. *Ширина марша* в многоэтажном доме должна быть не менее 1,05 м, при уклоне лестницы 1:1,5 или 1:1,75 и *количестве подступенков в одном марше* не менее 3 и не более 18. Минимальная ширина внутриквартирной лестницы – 0,8 м, а максимальный уклон – от 1:1,25 до 1:1,1. *Наименьшая ширина забежной ступени* – 10 см на расстоянии 15 см от самого узкого ее конца.

Чтобы лестница не привела к беде, необходимы правильные *поручни* – верхние элементы ограждения лестницы, или *перил*. *Высота поручня* (расстояние по вертикали от его верха до проступи) должна быть не менее 0,9 м. При необходимости следует гарантировать безопасность детей и людей маленького роста и предусматривать для них *специальный поручень* высотой около 0,6 м. При этом, думая о детях, не стоит *расстояние между стойками перил или балясинами* делать больше 12 см.

Лестницу следует хорошо освещать, особенно первую и последнюю ступени. Часто применяют специальное освещение – настенные бра или встроенные в ступени светильники.

На рисунке 1.2.29 – фрагмент старого проекта, на котором показана входная лестница и соответствующая площадка, или крыльцо. Несмотря на то что условные графические обозначения в указанном проекте устарели, сама конструкция по сути является современной.



ми клетками, делает мышцы эластичнее, снабжает эндорфинами, которые называют даже гормонами счастья, и т.д.

Значит, без наружных светопрозрачных конструкций достаточной площади обойтись нельзя. Тем более что человеку крайне необходимы периодические *визуальные контакты с окружающей средой*. Насколько известно, *псевдоокна с видами природы и населенных пунктов* себя не очень-то оправдали. И, наконец, искусственный солнечный свет пока еще дорог.

Безусловно, во всем нужна мера. Поэтому современное здание, пусть даже богато остекленное, это *сбалансированное соотношение площадей глухих и светопрозрачных конструкций*. Не будем забывать: *окна* и другие светопрозрачные конструкции пока еще значительно уступают глухим конструкциям, к которым относятся в первую очередь стены и крыши, по *сопротивлению теплопередаче* – по меньшей мере в три с лишним раза, если обратить внимание как на требования строительных норм, так и на фактические данные. В последнем случае разница еще больше. Не следует упускать из виду и возможный перегрев здания в жаркую погоду.

Впрочем, указанный показатель в случае современных окон, особенно окон пассивных домов, бывает впечатляюще высоким. Еще в начале 2000-х гг. сопротивление теплопередаче световых проемов обычных зданий, равное  $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , казалось некоторым специалистам несбыточной мечтой. А теперь оно и в Беларуси состоявшийся факт. При этом современные *окна* и *балконные двери* выполняются с использованием не только *однокамерных*, но также *двух-* и даже *трехкамерных стеклопакетов*.

Лучшие модели современных окон для высокоэнергоэффективных зданий обладают сопротивлением теплопередаче более  $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  (рисунок 1.3.1). (Когда-то в средних широтах Советского Союза строились здания с наружными кирпичными стенами, у которых этот показатель был ниже.) Что касается окружающих стеклопакеты *профилей*, они выполняются теперь не только из *древесины, пластмассы (поливинилхлорида), алюминия* и *их сочетаний*, но и из *других материалов*. Причем порой приобретают довольно замысловатую форму

поперечного сечения. Стоит только порыться в таком неисчерпаемом источнике фотографий и других изображений, как *Pinterest*, как становится ясно, насколько богат мир светопрозрачных и имеющих к ним отношение других фасадных конструкций, в том числе солнцезащитных устройств в виде, например, роллет.



Рисунок 1.3.1 – Окно с сопротивлением теплопередаче  $1,67 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$   
(фото компании Oknalix Pty Ltd, Австралия)

#### **Основные элементы окна:**

- **переплет** – каркас, к которому крепится листовое стекло или стеклопакет;
- **створка (переплет)** – открывающийся переплет;
- **глухой переплет** – не открывающийся переплет (как правило, крепится непосредственно к стене);
- **коробка** – рама, к которой шарнирно крепятся створки;
- **оконный блок** – коробка со створками.

На рисунке 1.3.2 показаны упрощенные конструктивные изображения окна при разных решениях наружной стены.

Базовыми элементами современных окон являются **стеклопакеты**. *Стеклопакет* состоит чаще всего из двух или трех стекол. Замкнутое по периметру пары стекол посредством специальной рамки межстекольное пространство называется камерой. Рамка (спейсер) заполняется средством – «молекулярным ситом» для поддержания сухости внутри стеклопакета.

Одно- и двухкамерные стеклопакеты могут иметь разную толщину (например, 24, 32, 36, 42 мм). От толщины, количества и вида стекол, а также от ширины и содержимого камер зависят теплотехнические свойства стеклопакета.

Современные стеклопакеты изготавливаются из **флот-стекла**, которое является исключительно ровным и не имеет оптических дефектов, благодаря чему *не создает визуальных оптических искажений*.

Существуют разные варианты повышения теплотехнических свойств стеклопакетов.

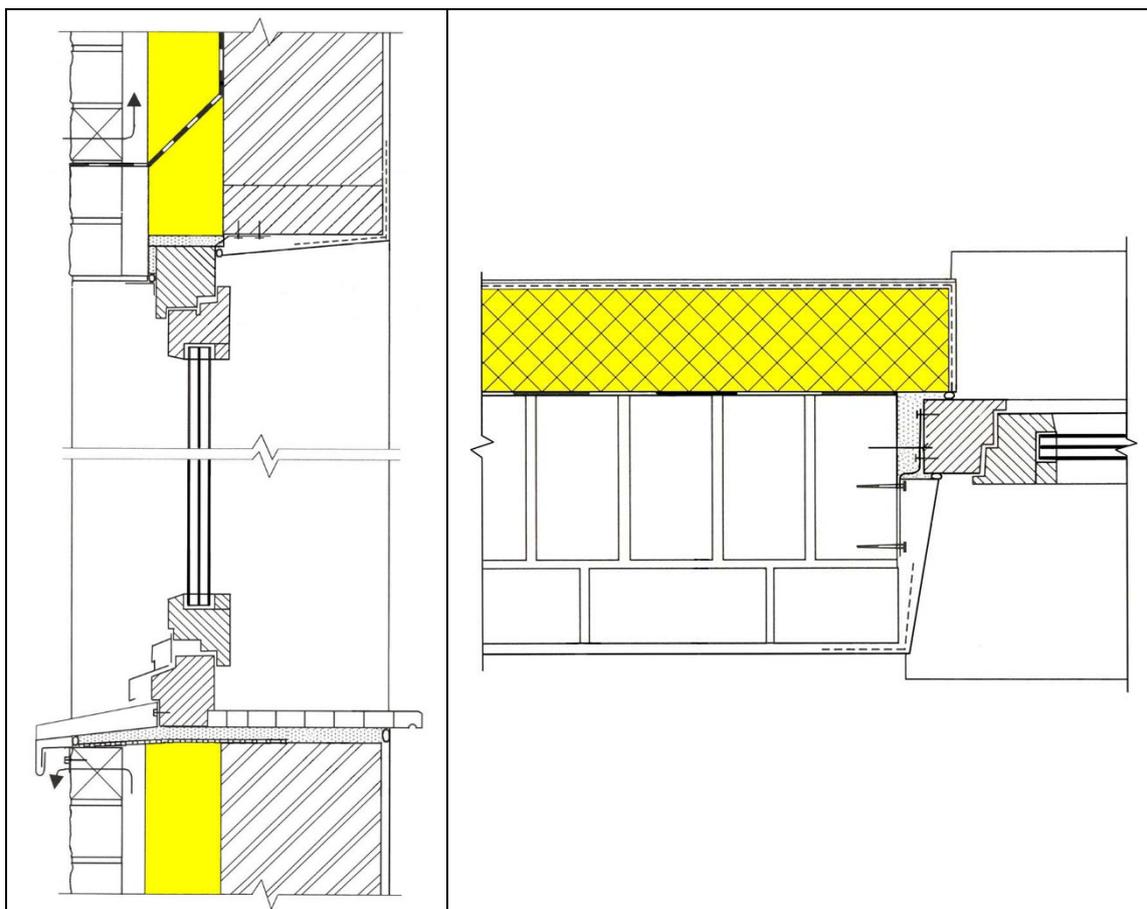


Рисунок 1.3.2 – Упрощенные конструктивные изображения окна при разных решениях наружной стены

Во-первых, применяются специальные **энергосберегающие (низкоэмиссионные) стекла**. Это стекла с нанесенными на их поверхность *низкоэмиссионными оптическими (селективными) покрытиями* на основе оксидов металлов. Существуют два типа таких покрытий: «**мягкое**» (**i-стекло**) и «**твердое**» (**k-стекло**). По энергоэффективности первое намного превосходит второе, которое применяют, например, в духовых шкафах.

Схема работы двухкамерного стеклопакета, имеющего стекла с селективными покрытиями, показана на рисунке 1.3.3.

Для улучшения теплотехнических характеристик стеклопакета его *камеру* (*камеры*) заполняют *инертным газом* (как правило, это аргон или более эффективный и дорогой криптон) либо обеспечивают нахождение в камере (*камерах*) *осушенного разреженного воздуха*. Что касается самого дешевого и не самого энергоэффективного варианта, это заполнение камер стеклопакета *осушенным воздухом*. Однокамерные стеклопакеты можно применять, если в они включают в свой состав *низкоэмиссионное стекло*, а в их камере находится *инертный газ*.

Если необходимо обеспечить повышенную безопасность, выбирают такие безопасные стекла, как *триплекс* – многослойное стекло, изготовленное путем соединения по всей поверхности двух или трех слоев бесцветных, цветных или отражающих листов полированного стекла с одним или двумя слоями цветной высокопрочной поливинилбутиральной пленки. При бое стекло остается на пленке. Подобный вариант – защитная пленка, которая наклеивается на стекло с внутренней стороны стеклопакета. Есть стекла, армированные тонкой металлической сеткой.

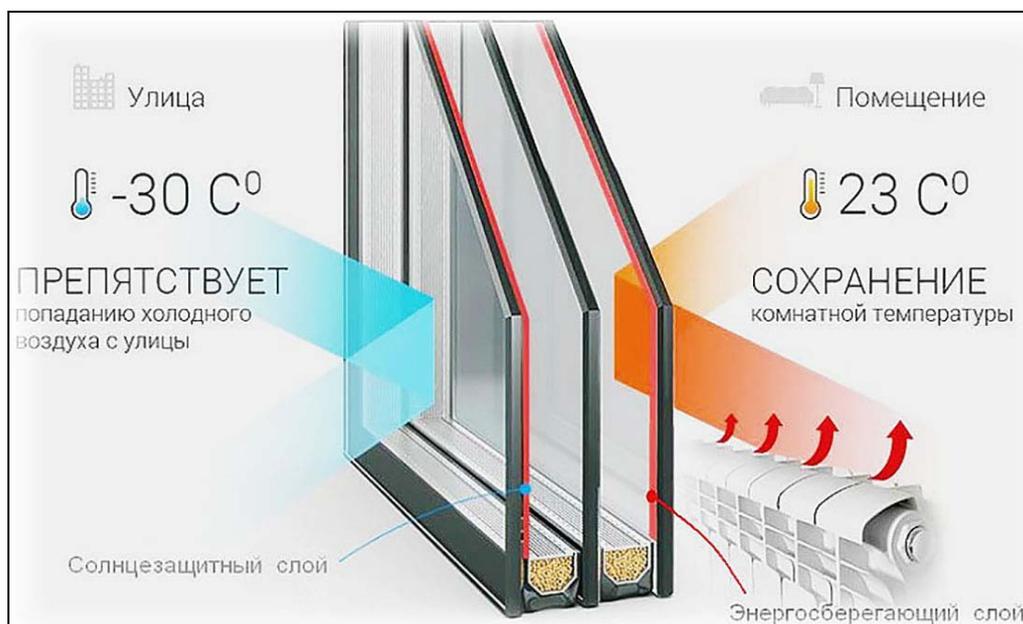


Рисунок 1.3.3 – Схема работы двухкамерного стеклопакета, имеющего стекла с селективными покрытиями (рисунок компании «Мир окон», г. Минск)

Производятся и очень дорогие *пуленепробиваемые стекла*, которые состоят из нескольких слоев полированного стекла, соединенных по всей поверхности поливинилбутиральной пленкой или фотоотверждаемой композицией. Такие стекла выдерживают выстрелы из автоматического огнестрельного оружия.

Существуют и специальные *противопожарные стекла*, которые закаляются при более высокой температуре, чем обычное стекло.

Современные *деревянные профили* для окон являются клееными конструкциями, которые со временем не перекашиваются, как профили из массива древесины (рисунок 1.3.4). Обычные профили оконных коробок и переплетов состоят из двух-трех склеенных под прессом *ламелей*. Причем прочность клеевого соединения оказывается не ниже прочности древесины.

Для изготовления оконных профилей используется в основном сосновая древесина, которую тонируют практически под все породы деревьев. Изготавливают оконные профили и из другой древесины, в частности дубовой. Бывает, когда основная часть профиля делается из сосны, а поверху наклеивается дубовая ламель небольшой толщины.

Для надежной защиты деревянных окон со стороны наружной среды и продления срока их службы до 50 лет применяется внешняя защита из алюминиевого профиля. Бывает, когда окна с алюминиевыми профилями снабжают деревянной отделкой, которая предназначена для интерьера.

На рисунке 1.3.5 показано деревоалюминиевое окно и указаны все его элементы.

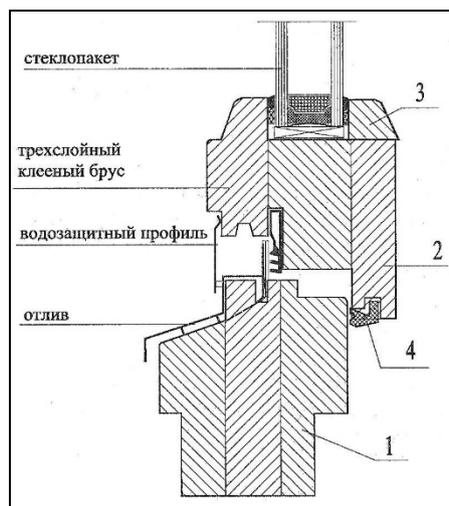


Рисунок 1.3.4 – Элементы деревянного оконного блока; 1 – коробка (рама), 2 – створка, 3 – штапик, 4 – уплотнитель [12, рис. 2.25]

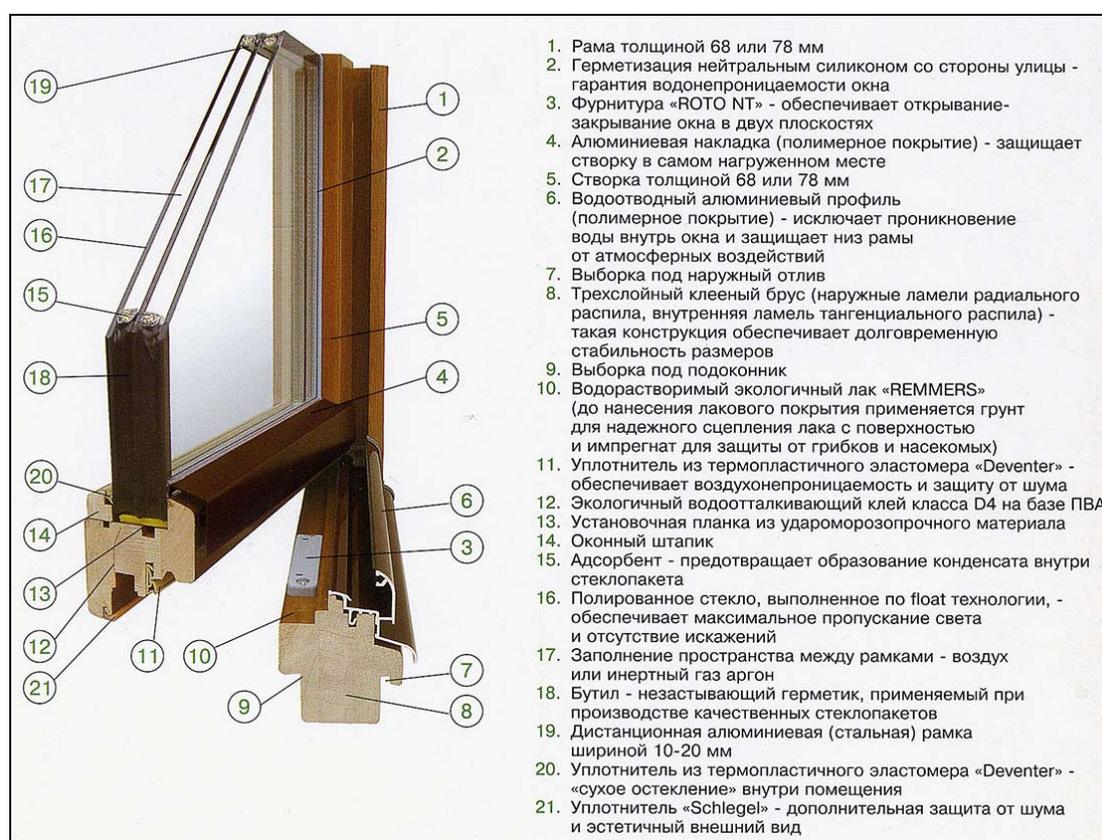


Рисунок 1.3.5 – Деревоалюминиевое окно (рисунок и текст компании «ЭТЭРНА», г. Минск)

Оконные профили из поливинилхлорида, или ПВХ профили, имеют чаще всего от трех до семи заполненных воздухом камерам. Чем больше камер, тем выше теплозащитные свойства и жесткость профиля. Ширина «теплых» профилей достигает величины порядка 120–130 мм.

Поперечное сечение оконного блока с 4-камерными ПВХ профилями показан на рисунке 1.3.6, а оконные блоки из 6-камерных ПВХ профилей и двухкамерных стеклопакетов – на рисунке 1.3.7.

Армирующие профили помогают ПВХ профилям выдерживать ветровые нагрузки, вес стеклопакетов и температурные колебания. Самые надежные армирующие профили – из нержавеющей стали. Но чаще всего применяется более дешевый материал – оцинкованная тонколистовая сталь.

Самый распространенный цвет ПВХ профилей – *белый*. Но в ходу и *другие цвета*, которые получают разными способами: *окрашиванием в массе, коэкструзией, покрытием специальной краской состоящей из гранул* (в термокамере краска спекается и поверхность профиля получается матовой и немного шероховатой), *ламинированием* (при высокой температуре на белый профиль под давлением «накатывают» цветную **ламинационную пленку**).

*Ламинационные пленки* позволяют, например, в разных помещениях иметь окна разных расцветок: одного цвета (к примеру, темно-зеленого или шоколадно-коричневого), а также под натуральный и золотой дуб, черную вишню, орех, красную древесину африканского махагона и т. д. При этом снаружи будет заданный архитектором цвет оконных профилей. А чтобы при открывании оконной створки или дверного полотна в глаза не бросался белый цвет, рекомендуется применять окрашенный в массе ПВХ профили.

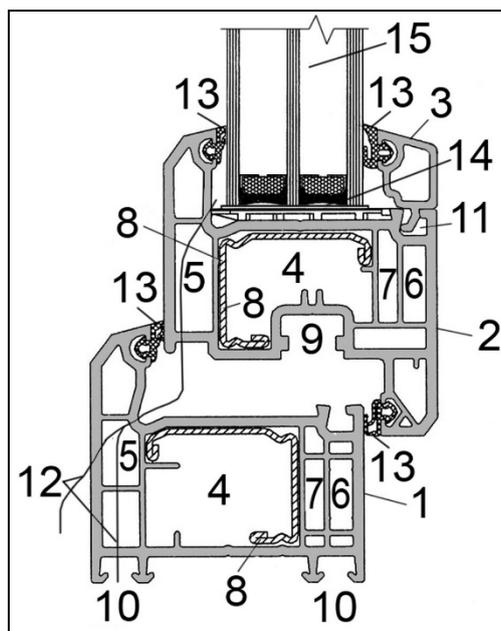


Рисунок 1.3.6 – Поперечное сечение оконного блока с 4-камерными ПВХ профилями; 1 – профиль коробки, 2 – профиль створки, 3 – штапик, 4 – основная камера, 5 – дренажная камера, 6 – камера для крепления фурнитуры, 7 – дополнительная камера для повышения теплозащитных свойств профиля, 8 – армирующий профиль, 9 – паз для крепления фурнитуры, 10 – пазы для крепления дополнительных профилей, 11 – паз для крепления штапика, 12 – водоотвод из профилей, 13 – уплотнители, 14 – подкладка под стеклопакет, 15 – 2-камерный стеклопакет



Рисунок 1.3.7 – Оконные блоки из 6-камерных ПВХ профилей и двухкамерных стеклопакетов (фото компании NürnbergMesse)

**Алюминиевые оконные профили** изготавливают из трехкомпонентного сплава *алюминия* (дает легкость), *магния* (повышает прочность сплава) и *кремния* (улучшает литейные свойства). Это легкий, прочный, неподдающийся кор-

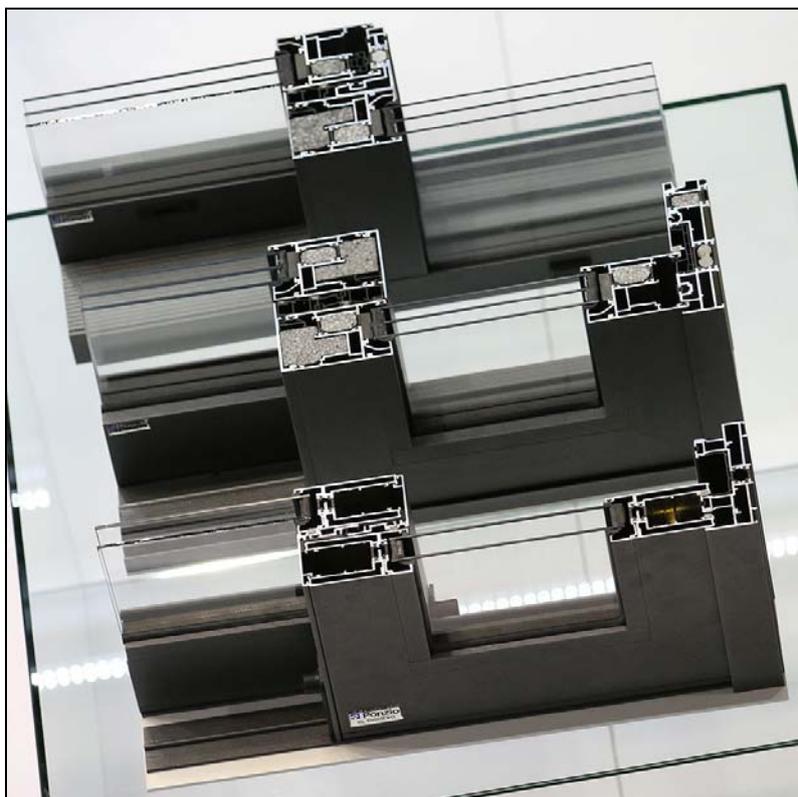
розии материал. Изготавливаются полые замкнутые алюминиевые профили методом экструзии. Важный элемент алюминиевого профиля – термовкладыш (термический мостик).

Алюминиевые оконные конструкции можно устанавливать в проемах самой сложной конфигурации, они отлично подходят для элитных архитектурных проектов. Такие конструкции исправно служат не менее 80 лет при перепадах температуры от минус 80 до плюс 100 °С. В то же время срок службы пластиковых и деревянных окон до 50 лет при температурных колебаниях от минус 50 до плюс 60 °С.

В алюминиевый профиль легко вставляется самая сложная *фурнитура*. Причем любую фурнитуру алюминиевых профилей, в т. ч. петли, можно менять с помощью отвертки.

Алюминиевые оконные профили *эмалируют* или *анодируют*. Эмалирование позволяет делать профили самых разных цветов, оттенков и даже фактур: «металлик» (золотой, серебряный, бронзовый и т. д.), шагрень, глянец. Причем на протяжении всего срока службы профиля его цвет не меняется.

Примеры алюминиевых оконных профилей показаны на рисунке 1.3.8. Внутри некоторых полостей (камер) этих профилей находится эффективный утеплитель.



*Рисунок 1.3.8 – Светопрозрачные конструкции на основе алюминиевых профилей (фото компании NürnbergMesse)*

Алюминиевые профили применяются также в сочетании с многокамерными ПВХ профилями (рисунок 1.3.9).



*Рисунок 1.3.9 – Оконные блоки на основе внешних алюминиевых профилей и внутренних ПВХ профилей (фото компании NürnbergMesse)*

Как правило, современные окна открываются в двух плоскостях: классическим способом и способом «фрамуга». Удобно открывание, обеспечивающее «щелевое» проветривание, – поворотом ручки уплотнители ослабляются, и получается необходимая вентиляция малой интенсивности.

Примыкание оконного блока (5-камерные ПВХ профили и однокамерный стеклопакет) к стене показано на рисунке 1.3.10. Интеграция оконного блока (деревялолюминиевое окно и двухкамерный стеклопакет) в стену с деревянным внутренним каркасом и теплоизоляцией из минеральной ваты в случае пассивного дома показано на рисунке 1.3.11.

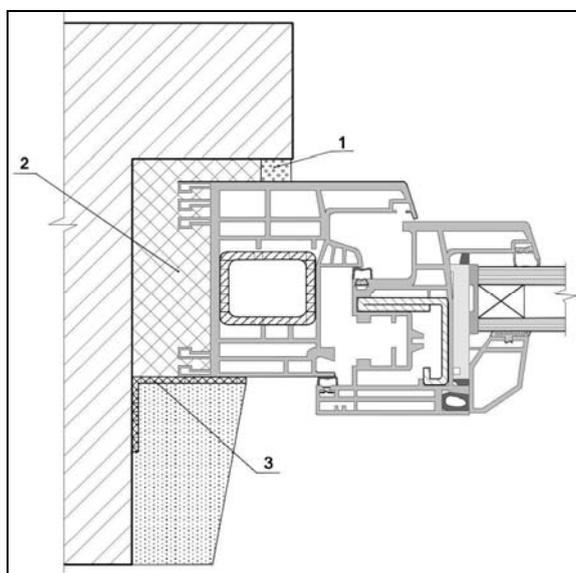


Рисунок 1.3.10 – Примыкание оконного блока к стене (согласно ТКП 45-3.02-11-2005 (02250) «Заполнение оконных и дверных проемов»)



Рисунок 1.3.11 – Интеграция оконного блока в стену с деревянным внутренним каркасом

Неотъемлемый элемент окна – **фурнитура**. Модульные системы соединительных узлов позволяют осуществлять ее монтаж как вручную, так и на автоматизированных линиях. Современная фурнитура дает возможность дифференцированно подходить к комплектации окон, т. к. она бывает разного уровня качества (и соответственно стоимости) – от базовых до элитных вариантов. Что касается отделки фурнитуры, в качестве примера можно назвать титаново-серебристое покрытие.

**Мансардные окна**, как и обычные, состоят из коробок и переплетов, которые могут быть открывающимися (рисунок 1.3.12) и глухими. Такие окна отличаются от обычных, вертикальных. В мансардных окнах должны быть очень прочные стекла, т. к. они фактически являются частью крыши. Поэтому соответствующие стеклопакеты делают из закаленного ударопрочного стекла. В мансардных окнах применяют в основном однокамерные стеклопакеты, чтобы не утяжелять оконную конструкцию и не перегружать петли. Их переплет и коробку защищают от атмосферных воздействий специальными металлическими накладками. Переплеты в мансардных окнах, в отличие от обычных, поворачиваются вокруг горизонтальной центральной оси. Поэтому разработана специальная фурнитура. Фрикционные петли позволяют повернуть переплет на 180°,

благодаря чему наружное стекло можно с высокой степенью безопасности помыть изнутри. Во многих моделях мансардных окон имеется *вентиляционное устройство*, позволяющее проветривать помещение при закрытом переплете. Для изготовления мансардных окон используется клееный брус из сосны.

Т. к. наклонное мансардное окно пропускает в помещение примерно на 40% больше солнечного света, чем вертикальное окно того же размера, оно может дополняться специальными *солнцезащитными* и *затеняющими устройствами*: жалюзи, маркизой, маркизетом (шторы). Жалюзи устанавливаются с внутренней стороны окна, маркизу – с наружной (управляется она изнутри), маркизет – с внутренней и наружной.

На рисунке 1.3.13 показаны мансардные окна с наружным и внутренним маркизетом первого в Беларуси мультикомфортного дома, построенного в г. Дзержинске, Минская область.

Почти воздухонепроницаемые современные окна ухудшают микроклимат в помещениях. Поэтому созданы *системы самовентиляции окон*, соответствующие нормативным требованиям по тепло- и звукоизоляции. Следует понимать, что вентиляция помещений и самовентиляция окон не одно и то же. Первая служит для замены воздуха, непригодного для нормального дыхания человека, свежим воздухом. Вторая предназначена для регулирования влажности воздуха в помещении и предотвращения выпадения конденсата на внутренних поверхностях окон.

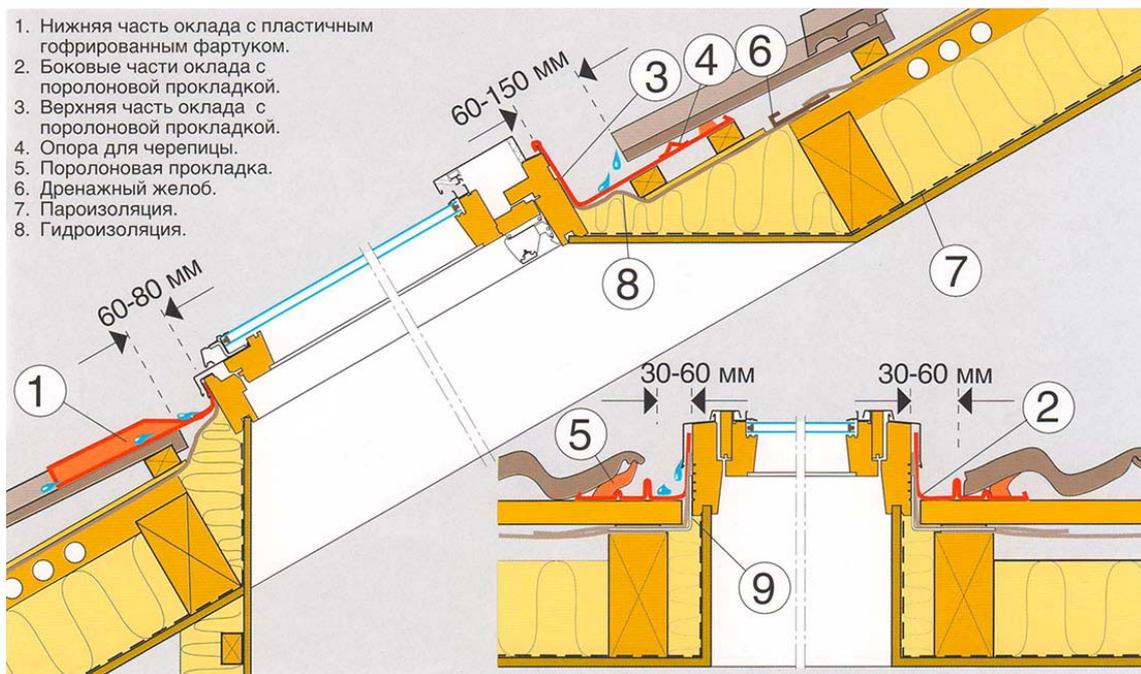


Рисунок 1.3.12 – Мансардное окно и крыша (рисунок компании Velux)



Рисунок 1.3.13 – Мансардные окна с наружным и внутренним маркизетом (фото Д. Д. Жукова)

В определенных случаях необходимо использовать стационарные или (и) регулируемые *солнцезащитные устройства*. Они бывают *вертикальными, горизонтальными* и *ячеистого типа*. Пример горизонтального солнцезащитного устройства – козырек с наклонными планками (ламелями), вертикального – вертикальные планки (ламели), ячеистого типа – решетчатая конструкция (как правило, стационарная). Лучше всего в северном полушарии защищают от южного солнца первые, от восточного и западного – вторые, от юго-восточного и юго-западного – третьи. Важно монтировать солнцезащитные устройства на отnose от стены, чтобы они не нагревали последнюю.

Современный вариант регулируемого солнцезащитного устройства – *роллеты*, представляющие собой наматывающиеся на горизонтальный вал шарнирно соединенные между собой металлические ламели, внутри которых может находиться эффективный утеплитель. Роллеты многофункциональны, они защищают и от «излишнего солнца», и от шума, и от атмосферных воздействий, и от преступного проникновения в помещение.

На рисунке 1.3.14 показано заполнение светового проема стены оконным блоком, дополненным роллетами.



*Рисунок 1.3.14 – Окно с роллетами  
(<https://www.zonwering.nl/rolluiken/inbouwrolluiken/>)*

На рисунке 1.3.15 показано окно, рядом с которым находятся потолочные направляющие для штор.



*Рисунок 1.3.15 – Окно, рядом с которым находятся потолочные направляющие для штор  
(фото Д. Д. Жукова)*

## 1. 4. Перекрытия и скатные крыши малоэтажных гражданских зданий

**Перекрытия** подразделяются по назначению на 1) *междуэтажные*; 2) *чердачные*; 3) *над холодными подвалами, техническими подпольями и проездами*; 4) *для лоджий и балконов*; 5) *специальные*. Можно выделять нижние перекрытия, опорой которых является грунт.

С точки зрения акустической способности перекрытия бывают **акустически однородные** и **акустически неоднородные** перекрытия. Последние в свою очередь подразделяются на *перекрытия со слоистым полом (перекрытие слоистого типа)* и с полом **раздельного типа (перекрытие раздельного типа)**. В чистом виде **акустически однородное перекрытие** – это, например, толстая железобетонная плита, обеспечивающая звукоизоляцию и от воздушного, и от ударного шума.

В зависимости от типа несущей конструкции перекрытия подразделяются на **перекрытия на основе мелкогабаритных элементов (по балкам, сборно-монолитные)** и **перекрытия на основе железобетонных плит (сборных, монолитных, сборно-монолитных)**.

Перекрытия *опираются*, как правило, на стены или балки (ригели) по двум, трем или четырем сторонам. О сторонах уместно говорить, если перекрытия прямоугольные в плане. Если же перекрытия, например, круглые или овальные в плане, они могут опираться по контуру или частично по контуру.

**Балки перекрытия** выполняются чаще всего из *древесины* (доски, сложенные доски, брусья, брусья из клееной древесины, двутавры с полками из досок или клееной древесины и стенкой из древесной плиты), *стали* (двутавры, швеллеры), *сборного железобетона* (тавры, ориентированные полкой вниз).

Между стальными и железобетонными балками перекрытия размещаются, как правило, *мелкогабаритные* бетонные (могут быть железобетонные) или керамические *вкладыши* либо *плиты*, формирующие с балками целостную несущую конструкцию перекрытия.

Пролеты перекрытий по балкам не превышают, как правило, 6,0–7,0 м. Пролеты перекрытий по цельным деревянным балкам в случае экономичных решений редко превышают 4,2 м.

На рисунках 1.4.1–1.4.6 показаны некоторые конструкции несущей части перекрытий, используемые в малоэтажном гражданском строительстве.

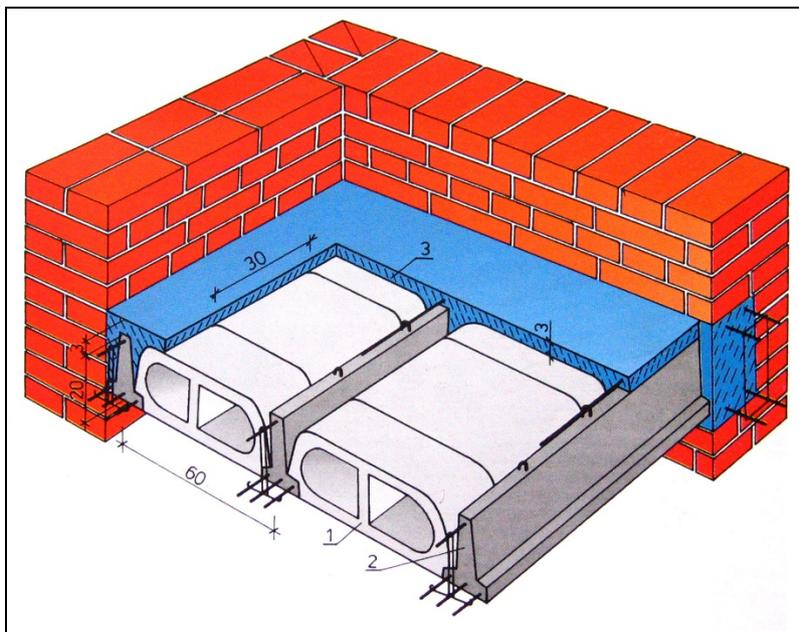


Рисунок 1.4.1 – Сборно-монолитное балочное перекрытие, размеры даны в сантиметрах; 1 – двухпустотный бетонный вкладыш, 2 – сборная железобетонная тавровая (с полками для опирания вкладышей) балка; 3 – монолитный бетон [11, Рис. 4–10]



Рисунок 1.4.2 – Сборно-монолитное балочное перекрытие, элементы без бетона замоноличивания (фото Д. Д. Жукова)

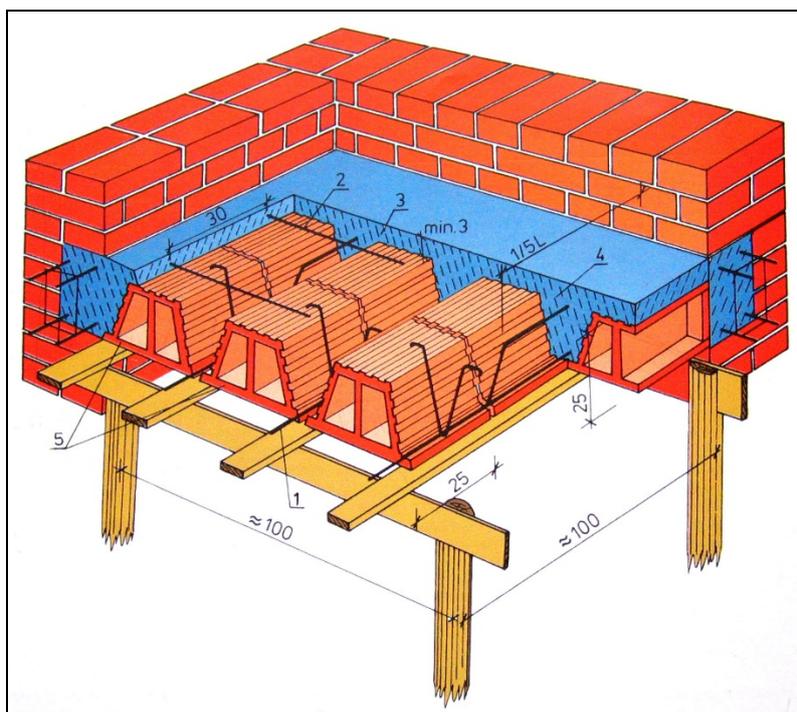


Рисунок 1.4.3 – Сборно-монолитное балочное перекрытие, размеры даны в сантиметрах;  
 1 – арматура монолитной балки, 2 – арматура монолитной железобетонной плиты,  
 3 – плитная часть монолитной ребристой железобетонной плиты, 4 – балочная часть  
 монолитной ребристой железобетонной плиты, 5 – керамические двухпустотные  
 вкладыши [11, Рис. 4–9]



Рисунок 1.4.4 – Керамические элементы (тавровые балки с продольной арматурой, состоящие из коротких балочек-модулей для формирования балок длиной до 6300 мм, и многопустотные керамические вкладыши) сборно-монолитного балочного перекрытия (фото Д. Д. Жукова)



*Рисунок 1.4.5 – Несущий остов двухэтажного мультикомфортного дома в г. Дзержинске Минской области; двутавровые балки перекрытия имеют стенку из ориентированно-стружечной плиты и деревянные полки (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.4.6 – В том же доме (см. рисунок 1.4.5) сочетание балок перекрытия и воздуховодов системы вентиляции (фото Д. Д. Жукова)*

Одни из самых дорогостоящих и конструкций зданий – **полы**. В жилых зданиях стоимость полов близка к стоимости несущей части перекрытия. Но этот кажущийся недостаток полов является продолжением их достоинств. Ведь без пола нет пригодного для отдыха и работы помещения, а без хорошего пола нет привлекательного интерьера.

Полы испытывают *воздействия*, определяемые назначением помещений и спецификой осуществляемых в них функциональных и технологических про-

цессов. Воздействия подразделяются на *систематические, периодические и случайные*, а также на *силовые и несиловые*.

*Интенсивность механических воздействий* на полы бывает слабой, умеренной, значительной и весьма значительной.

При выборе конструкции пола также следует учитывать и *интенсивность воздействия жидкостей* на полы, которая может быть малой, средней и большой.

К **основным требованиям**, которым должны отвечать полы, относятся *сопротивление механическим и физическим воздействиям, жесткость, оптимальное теплоусвоение*, а также *санитарно-гигиенические, декоративные и экономические требования*.

*Сопротивление истиранию, ударным нагрузкам и другим силовым воздействиям* – свойства пола, которые в основном определяют его **долговечность**. Причем сопротивление истиранию зависит, главным образом, от твердости материала.

*Жесткость* оценивается отсутствием заметных деформаций пола под нагрузкой. Но на чрезмерно жестких полах (каменных, керамических, керамогранитных, бетонных) при ходьбе ноги устают быстрее, чем на более мягких полах.

Говорят, что полы бывают теплые и холодные. Это деление можно поверить и точными цифрами. Важно обеспечить, по крайней мере, нормативный *показатель теплоусвоения поверхности пола*. А в зависимости от величины коэффициента теплоусвоения к теплым полам можно отнести, например, деревянные и имеющие пластмассовые покрытия, а к холодным – например, с покрытиями из мрамора и керамики.

*Санитарно-гигиенические требования* заключаются, помимо прочего, в том, что полы должны гладкими, но не скользкими, бесшумными при ходьбе, влагостойкими, не выделяющими пыли, легко поддающимися ремонту, чистке и мытью. *Цвет и фактура* пола должны отвечать композиционному и колористическому решению интерьера.

Кроме того, в зависимости от назначения помещений к полам предъявляются также *звукоизоляционные* и *теплотехнические* требования, требования по *влагостойкости* и водонепроницаемости, *повышенной механической прочности, негорючести, стойкости к физико-химическим и биологическим воздействиям* и другие требования.

На рисунке 1.4.7 (а–г) показаны нагрузки и воздействия на полы, а также принципиальные конструктивные решения полов.

Полы на грунте выполняются в подвальных помещениях и в помещениях первых этажей.

***Акустически однородные перекрытия*** состоят из массивной несущей части (например, сплошной однослойной плиты перекрытия толщиной 180 мм) и покрытия пола из упруго-мягкого материала (например, коврового покрытия), который приклеивается непосредственно к несущей части и обеспечивает погашение ударного шума. А погашение энергии воздушного шума обеспечивается за счет массы несущей части, которая в жилых зданиях должна быть не менее  $400 \text{ кг/м}^2$ .

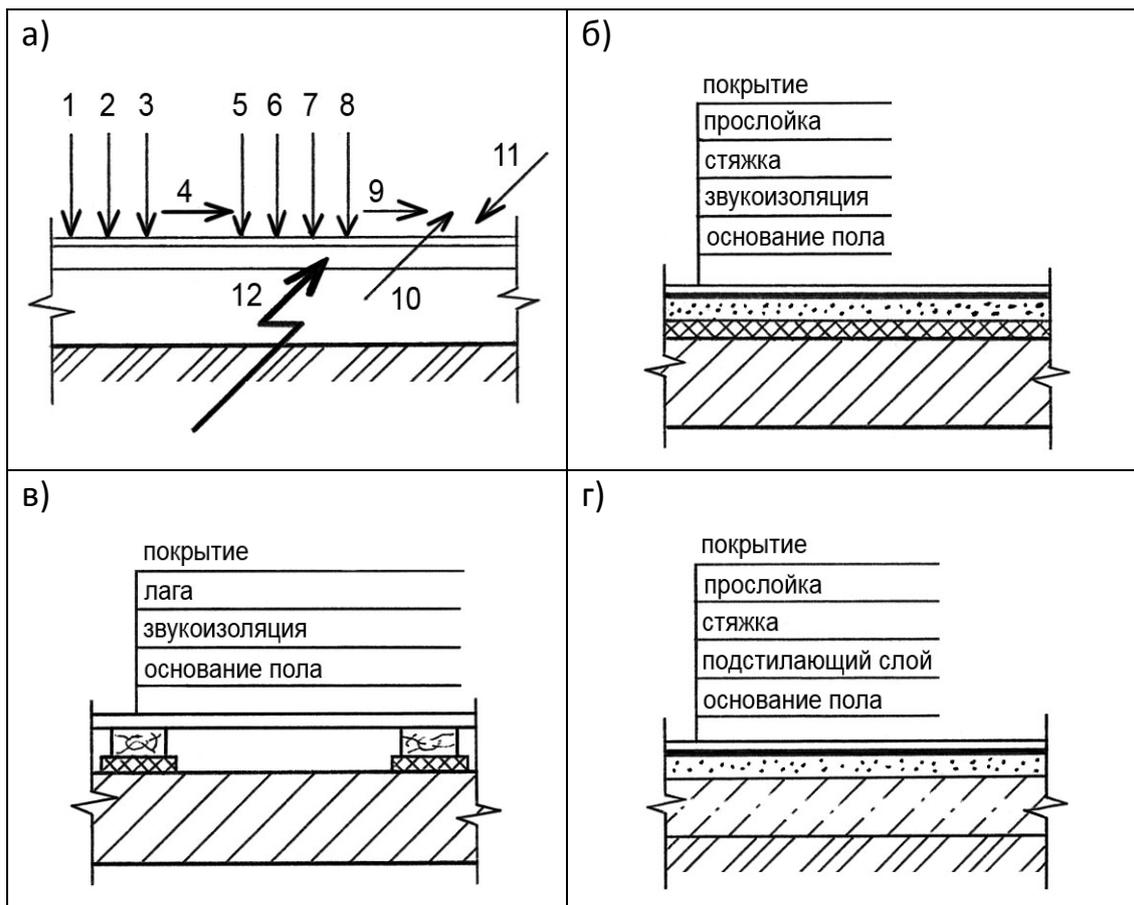


Рисунок 1.4.7 – Нагрузки и воздействия на полы (а), принципиальные конструктивные решения полов (б–г); б – слоистый пол; в – пол раздельного типа; г – слоистый пол на грунте; 1 – статические нагрузки, 2 – вибрация, 3 – динамические нагрузки, 4 – силы сдвига, 5 – температура окружающей среды, 6 – тепловые удары, 7 – агрессивная среда, 8 – влага, 9 – статическое электричество, 10 – блуждающие токи, 11 – биохимическое воздействие, 12 – сейсмические воздействия

**Акустически неоднородные перекрытия** включают в свой состав полы из нескольких слоев жестких материалов с воздушными прослойками или без них. Звукоизоляция таких перекрытий от воздушного и ударного шумов обеспечивается за счет всех слоев и элементов конструкции.

#### **Основные функциональные слои пола:**

– *покрытие* (чистый пол) – верхний слой пола, непосредственно подвергающийся износу и другим эксплуатационным воздействиям. Наименование пола, как правило, соответствует наименованию его покрытия. В последнее время покрытие пола стали часто называть напольным покрытием;

– *прослойка* – промежуточный соединительный (клеевой) слой, связывающий покрытие пола с нижерасположенным слоем пола (стяжкой) или несущим

щей частью перекрытия; прослойка также может служить для покрытия упругой постелью;

– *стяжка* (основание покрытия пола) – слой, который предназначен для выравнивания поверхности подстилающего слоя или основания и для обеспечения требуемого уклона покрытия пола; стяжка также необходима для устройства жесткого слоя по нежесткому или пористому тепло- или звукоизоляционному слою;

– *основание пола* – это либо несущая часть перекрытия, либо слой грунта (в полах по грунту);

– *подстилающий слой* (подготовка) – слой, необходимый для распределения нагрузки на грунт в случае пола по грунту.

Очевидно, в конструкцию пола может быть включен слой звуко- или (и) теплоизоляции, а в случае необходимости – и слой гидроизоляции.

В зависимости от типа и материала существуют такие **покрытия полов**:

– *сплошные, или бесшовные*, на основе естественных материалов (например, земляные и глинобитные) и искусственных материалов (например, бетонные и полимерные);

– *из штучных материалов* (например, дощатые, паркетные, из керамических плиток);

– *из рулонных и листовых материалов* (например, из линолеума и синтетических ковров).

Среди конструкций полов особое место занимают полы со встроенной системой отопления – теплые полы, являясь одновременно строительной конструкцией и инженерным оборудованием. Они бывают водяными и электрическими (рисунок 1.4.8).

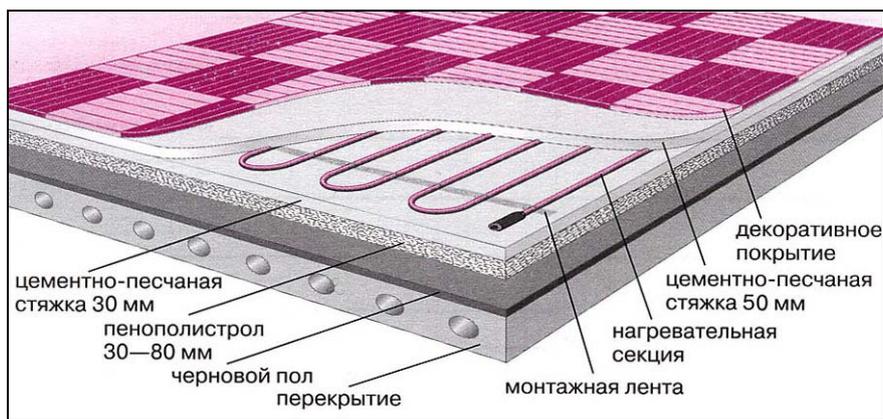


Рисунок 1.4.8 – Электрический теплый пол «ТЕПЛОЛЮКС»  
(рисунок ООО «Теплолюкс»)

В современных энергоэффективных зданиях во многих случаях целесообразно устраивать **многофункциональные подвесные потолки**. Такие потолки, играя роль декоративно-акустической компоненты помещения, содержат в себе элементы инженерного оборудования, видимыми из которых являются интегрированные своей светящей частью в ограждение подвесного потолка светильники-даунлайты (единственное число на англ. downlight).

Подвесной потолок состоит из *несущей части* и *ограждения*. Ограждение – это *элементы заполнения* или *лицевые элементы*. Несущая часть содержит *подвес (подвески)*, *каркас*, а также *крепежные* и *регулирующие детали*. Если нет подвеса, потолок называется **подшивным**, если нет каркаса – **бескаркасным**.

Широко распространены архитектурно-акустические ограждения подвесных потолков из *малоформатных плит (плиток)*, *гипсокартонных* и *гипсоволокнистых листов*, или *плит* (рисунок 1.4.9).



Рисунок 1.4.9 – Подвесной потолок с ограждением из гипсокартонных плит в процессе монтажа (фото Д. Д. Жукова)

В случае **натяжных потолков** полотно, например, из виниловой пленки присоединяют к **крепежным профилям (багету)**, предварительно установив необходимые части светильников-даунлайтов и другие необходимые элементы. *Перед монтажом пленки ее нагревают (после охлаждения до температуры помещения полотно натягивается).* Для фиксации полотна служит пара «багет – гарпун» (рисунок 1.4.10). *Гарпун* представляет собой своеобразную защелку – краевой элемент полотна. Могут устанавливаться также декоративные профили (карнизы), скрытые на краю полотна светильники и другие декоративно-функциональные детали.

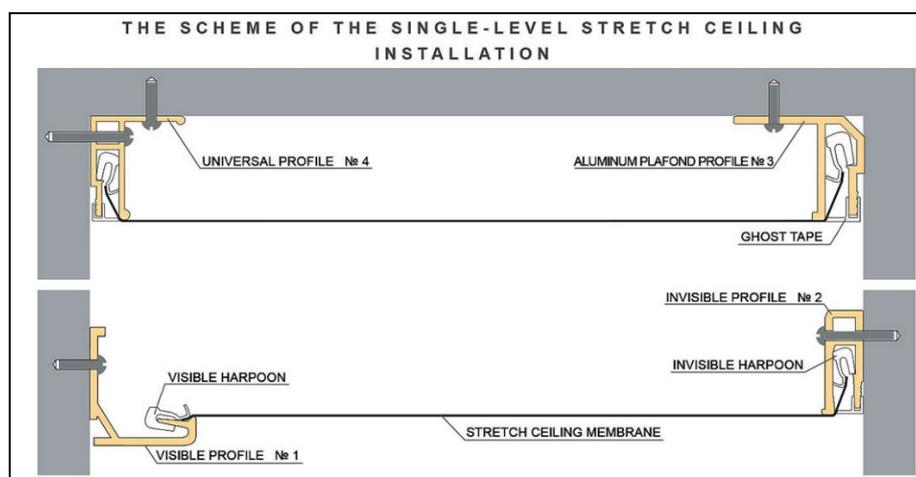


Рисунок 1.4.10 – Принципиальные схемы натяжных потолков компании Saros Design, Германия (рисунок компании Saros Design)

**Крыша** является, как правило, верхней составляющей наружной оболочки здания или его части и состоит из несущих конструкций и кровли. В зависимости от уклона кровли крыши подразделяются на **скатные** и **плоские**.

(В данном разделе рассматриваются скатные крыши, а в разделе 1.7 – плоские.)

Основные *формообразующие* элементы скатной крыши показаны на рисунке 1.4.11.

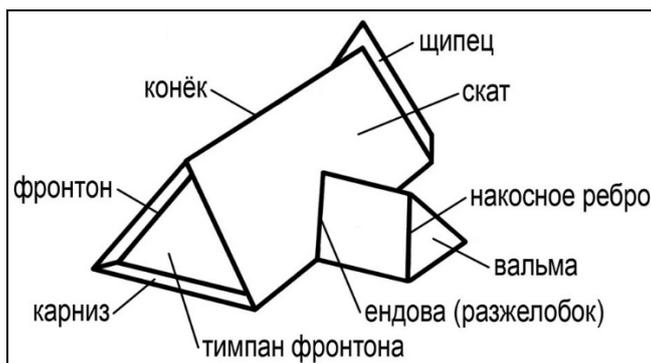


Рисунок 1.4.11 – Основные формообразующие элементы скатной крыши

В зависимости от формы наиболее распространенные скатные крыши можно разделить на *односкатные*, *двухскатные*, *двухскатные (вальмовые)*, *двухскатные ломаного поперечного профиля* (такие формы используются в случае мансарды), *шатровые* и *пирамидальные*.

Несущими конструкциями скатных крыш служат **стропильные конструкции**, которые бывают преимущественно *деревянными* (в т. ч. из клееной древесины), *металлическими* (чаще всего используются *стальные*), *металлодеревянными*.

Стропильные конструкции или, проще говоря, стропила делятся на два основных вида – **наслонные** и **висячие**. Первые для опирания нуждаются во внутренних вертикальных элементах несущего остова (стены, колонны), вторые – не нуждаются. Под висячими стропилами может быть совершенно свободное от каких-либо строительных конструкций пространство.

Основные элементы **наслонных стропил** – *стропильные ноги*, представляющие собой наклонные балки, которые располагаются вдоль ската и работа-

ют на изгиб. В систему наслонных стропил входят также *прогоны, стойки, подкосы, лежни, мауэрлаты, связевые элементы.*

На рисунке 1.4.12 показаны «классические» наслонные стропила.

Как правило, шаг стропильных ног намного меньше шага стоек, на которые нагрузка передается от стропильных ног через прогон (прогоны). Это обстоятельство позволяет осуществлять более или менее свободную планировку мансардного этажа, в т. ч. в случае переоборудования холодного чердака в мансарду.

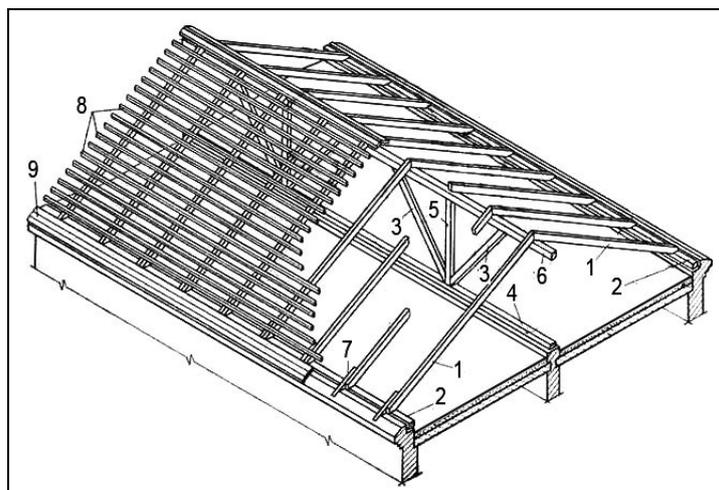


Рисунок 1.4.12 – «Классические» наслонные стропила; 1 – стропильные ноги, 2 – мауэрлат, 3 – подкос, 4 – лежень, 5 – стойка, 6 – прогон, 7 – кобылка, 8 – обрешетка, 9 – карнизный свес крыши

На рисунке 1.4.13 показана стропильная конструкция из досок в случае небольшого дома с мансардой. Эту конструкцию можно считать комбинацией наслонных и висячих стропил.

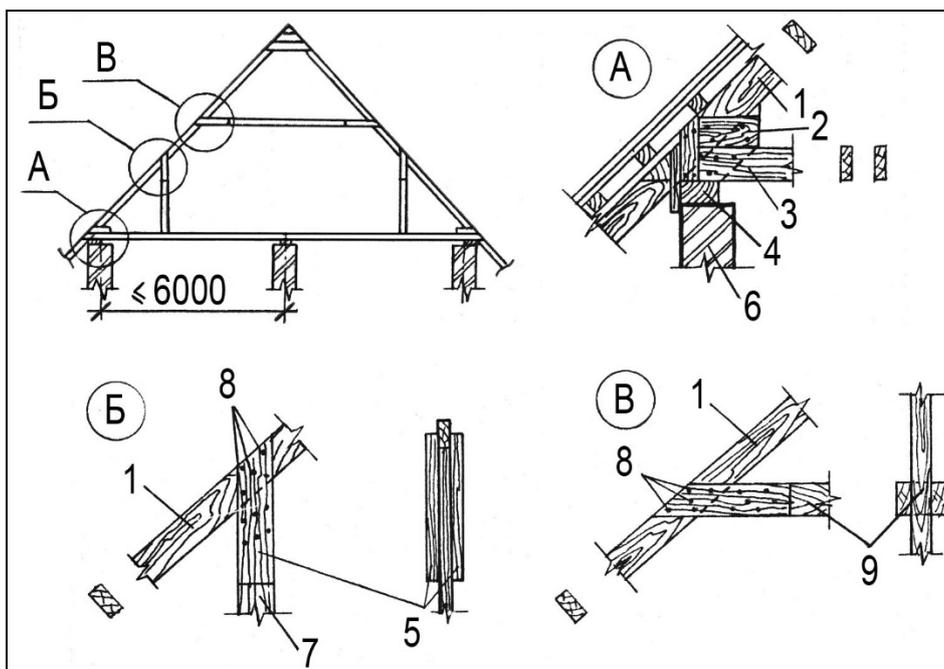


Рисунок 1.4.13 – Стропила из досок в случае небольшого дома с мансардой; 1 – стропильная нога (верхний пояс фермы), 2 – вставка, 3 – несущая конструкция чердачного перекрытия (нижний пояс фермы), 4 – мауэрлат, 5 – накладка, 6 – наружная стена, 7 – стойка, 8 – гвозди, 9 – ригель

На рисунке 1.4.14 показан карнизный узел в случае наслонных стропил.

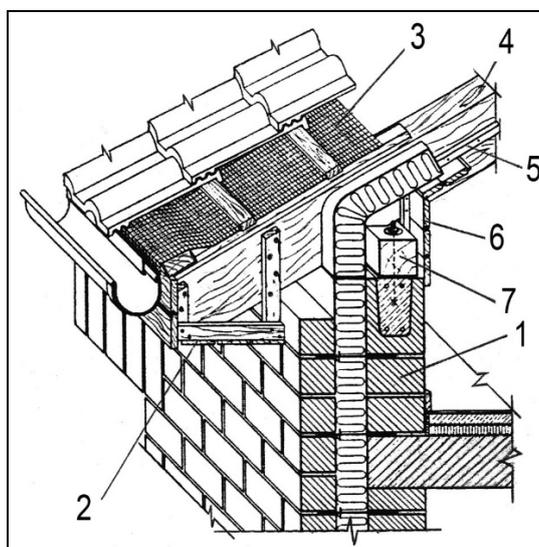


Рисунок 1.4.14 – Карнизный узел крыши дома с применением стеновых материалов KS-Mauerwerk; 1 – наружная трехслойная стена со средним слоем из эффективного утеплителя, 2 – подшивка из досок с вентиляционными отверстиями, 3 – вентилируемая воздушная прослойка, ограниченная снизу гидроизоляционным материалом, 4 – стропильная нога, 5 – рейки для крепления потолочной обшивки, 6 – потолочная обшивка из шпунтованных досок, или вагонки, 7 – мауэрлат

**Висячие стропила** по своей форме и характеру работы под нагрузкой являются фермами. Поэтому их называют также *стропильными фермами* (самая простая форма – треугольная). Их основные элементы – *верхний пояс* (устарев-

шее название – стропильная нога), *нижний пояс* (устаревшее название – затяжка), *стойка* (подвеска, устаревшее название – бабка), *подкос*.

При небольшом шаге стропильных ферм (примерно до 1,0 м) на их верхний пояс монтируется обрешетка. При большом шаге (чаще всего 3,0–4,0 м) обрешетка монтируется на расположенные с небольшим шагом стропильные ноги, которые передают нагрузку на стропильные фермы через продольные прогоны (рисунок 1.4.15).



Рисунок 1.4.15 – Висячие стропила из оцилиндрованных бревен (фото компании Grünzweig + Hartmann AG, Германия)

В случае соответствующей конструкции висячих стропил в здании возможно устройство мансарды (рисунок 1.4.16).

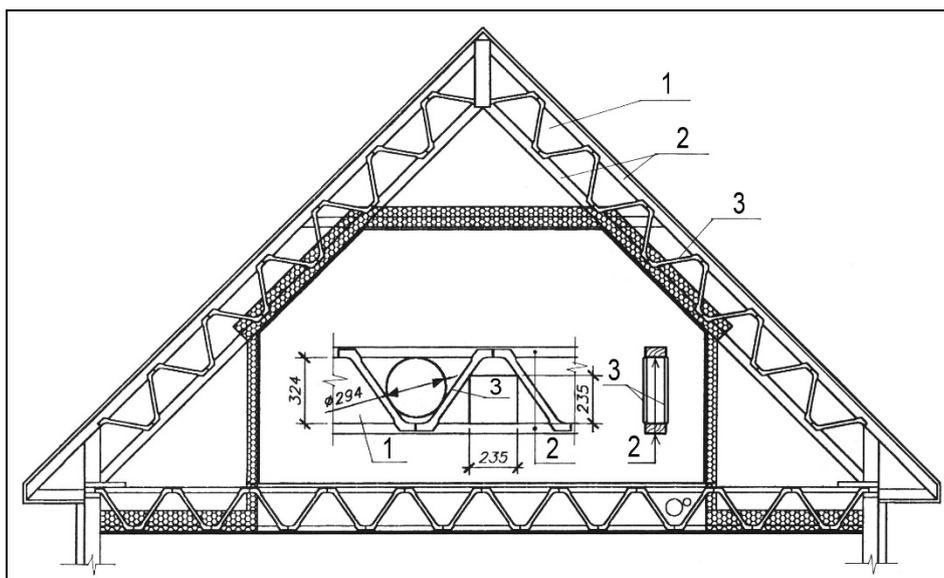


Рисунок 1.4.16 – Вариант несущих конструкций перекрытия и покрытия мансарды из металлодеревянных решетчатых (сквозных) балок (предложение компании ESTINA, Литва); 1 – металлодеревянная решетчатая балка, 2 – деревянные пояса, 3 – решетка из модульных штампованных металлических элементов

Широкий диапазон пролетов и форм имеют фермы из деревянных досок одинаковой толщины с соединением их с помощью *металлических зубчатых пластин нагельного типа*, или *звондевых плит*, или *металлических коннекторов* (рисунок 1.4.17). Данные коннекторы – это стальные пластины толщиной, как правило, до 2,0 мм с выштампованными зубьями, отогнутыми под прямым углом по отношению к пластине.

Сборка указанных ферм осуществляется посредством одновременного вдавливания коннекторов в соединяемые доски с обеих сторон при помощи прессы.

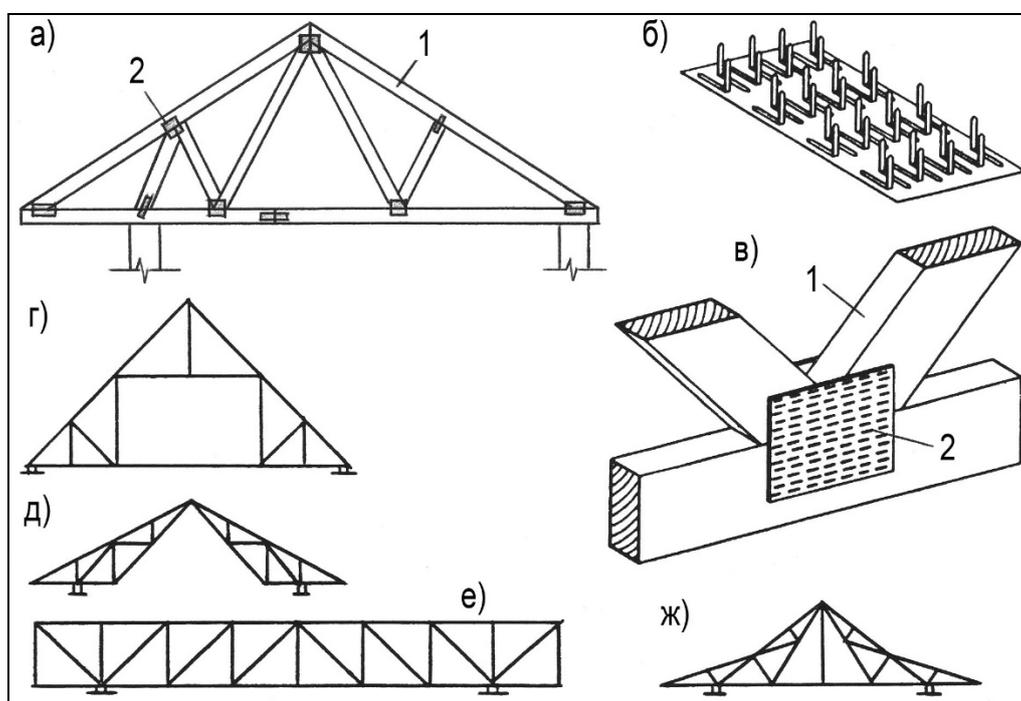


Рисунок 1.4.17 – Система деревянных ферм «Гэнг-Нейл»; а – треугольная ферма с консольным выпуском, б – металлический коннектор, в – сопряжение элементов фермы (узел фермы), г–ж – примеры форм деревянных ферм, изготовленных способом «Гэнг-Нейл»; 1 – элемент фермы (подкос), 2 – металлический коннектор

**Кровля** – это верхние слои и элементы крыши, которые предназначены для защиты здания от внешних воздействий – солнечной радиации, ветра, осадков, низкой и высокой температуры, шума и проч.

Кровлей называют и только *водоизоляционную часть крыши* – *водоизоляцию*, которая может быть выполнена, например, из керамической черепицы. Про такую кровлю говорят, что это *кровля из керамической черепицы*.

Кровля в значительно большей степени, чем другие ограждающие конструкции противодействует проникновению в здание атмосферной влаги.

В состав *скатных крыш* входят, как правило, **кровли из штучных материалов (изделий)**. Современные крыши такого типа в малоэтажных и многоэтажных жилых и общественных зданиях являются чаще всего мансардными.

Наружная влага может проникать под водоизоляционный слой из штучных материалов при малом уклоне крыши или в случаях задувания снега и косого дождя. Кроме того, избыточная влага в составе кровли появляется, как сказано выше, и вследствие диффузии водяного пара со стороны помещений. Неправильное устройство паро- и теплоизоляции, а также отсутствие вентиляции утеплителя и других элементов крыши, в т. ч. деревянных стропильных конструкций, резко ухудшают состояние крыши и являются причиной ее повреждений ввиду, в частности, промерзания, появления плесени на деревянных элементах. Поэтому неслучайно современные кровли скатных крыш бывают с двумя (рисунок 1.4.18, а) и одной (рисунок 1.4.18, б) *вентилируемыми воздушными прослойками*.

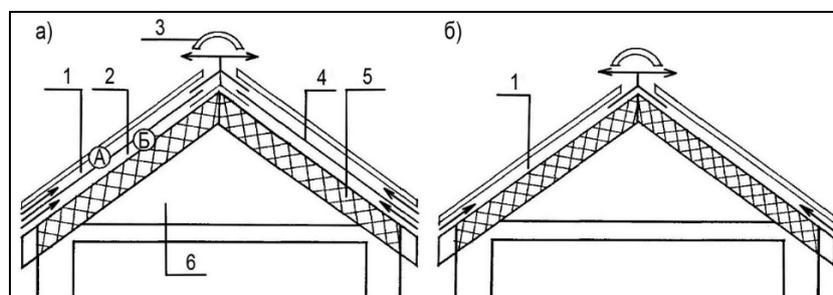


Рисунок 1.4.18 – Кровля с двумя (рисунок 1.4.12, а) и одной (рисунок 1.4.12, б) вентиляруемыми воздушными прослойками; 1(А) и 2(Б) – соответственно верхняя и нижняя вентиляруемые воздушные прослойки, 1 – вентиляруемая воздушная прослойка, 3 – коньковый кровельный элемент, 4 – нижняя водоизоляция, 5 – утеплитель

Что касается размещения утеплителя, то здесь возможны четыре варианта (рисунок 1.4.19):

– утеплитель размещается между стропильными ногами (рисунок 1.4.19, а); этот вариант самый простой и встречается чаще всего;

– утеплитель размещается между стропильными ногами и под ними, если толщина утеплителя превышает высоту поперечного сечения стропильных ног (рисунок 1.4.19, б);

– утеплитель размещается между стропильными ногами, при этом толщина утеплителя совпадает с высотой поперечного сечения стропильных ног (рисунок 1.4.19, в); это так называемая полная теплоизоляция стропил;

– утеплитель размещается над стропильными ногами (рисунок 1.4.19, г).

Через верхнюю вентилируемую воздушную прослойку, расположенную между водоизоляцией из штучных материалов и водоизоляционной пленкой, удаляется атмосферная влага, попавшая под покрытие из штучных материалов. А благодаря вентиляции деревянные элементы стропил (стропильные ноги, контробрешетка и обрешетка) постоянно проветриваются, что обеспечивает долгий срок службы кровли.

Через нижнюю вентилируемую воздушную прослойку удаляется влага, попадающая в утеплитель из помещений мансарды. Как показывает практика, при тщательном устройстве пароизоляции под утеплителем и наличии нижней вентилируемой прослойки достаточной толщины увлажнения элементов кровли, в т. ч. стропильных конструкций, не происходит.

Нижняя вентилируемая прослойка может отсутствовать, если в качестве нижней водоизоляции применяется специальная пленка, которая не препятствует диффузии водяных паров. Эта *диффузионная пленка* называется также *противоконденсатным экраном*. В конструктивном плане для такого решения лучше всего подходит вариант, когда верхние плоскости утеплителя и стропильных ног совпадают.

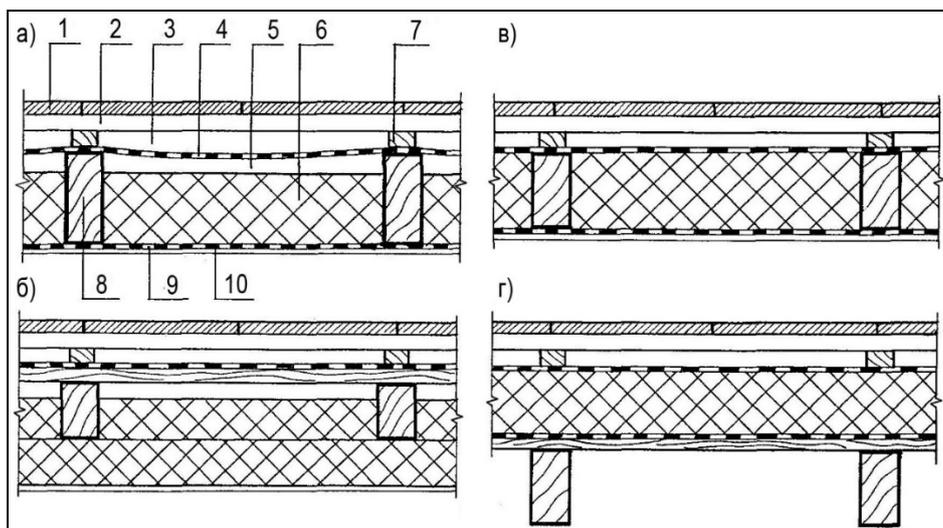


Рисунок 1.4.19 – Варианты размещения утеплителя в скатной кровле; 1 – схематично показанный водоизоляционный слой из штучных материалов, 2 – обрешетка, 3 – верхняя вентилируемая воздушная прослойка, 4 – водоизоляционная пленка, 5 – нижняя вентилируемая воздушная прослойка, 6 – утеплитель, 7 – контробрешетка, 8 – стропильная нога, 9 – пароизоляция, 10 – потолочная подшивка

Важно отметить, что без вентиляции кровли в условиях белорусского климата невозможно избежать образования наледи на кровле и разрушения карнизов и элементов наружного организованного водоотвода – желобов и водосточных труб. Подтаивание снега со стороны кровельного покрытия грозит также падением снега со льдом и сосулек, что представляет серьезную опасность для жизни людей. Вследствие вентиляции кровельный материал не нагревается со стороны помещений, поэтому лежащий на крыше снег тает равномерно под действием солнечной радиации и/или положительной температуры наружного воздуха.

Из современных *штучных кровельных материалов* стоит назвать *керамическую черепицу, цементно-песчаную черепицу, битумную плитку – «шинглс»* (ее называют также битумной или гибкой черепицей), *профилированные листы на основе тонколистовой стали* (в т. ч. металлочерепица), *ондустил, ондулин, листовые сталь, медь и алюминий, волнистые асбестоцементные листы* (их не вполне оправданно называют также шифером), *солому и тростник* (в т. ч. искусственные).

Через щели между отдельными *черепицами* в подкровельное пространство поступает немного дождевой воды и снега благодаря или сложной форме от-

дельных черепиц (пример – *пазовая черепица*), или перекрытию швов между ними с большим запасом (пример – *плоская ленточная черепица*), или сочетанию того и другого метода. Любая черепица имеет как минимум один выступ, которым она «цепляется» за обрешетку. Кроме этого, черепица через отверстие в выступе или через противовеетровой металлический зажим привязывается к обрешетке вязальной проволокой. Важно отметить, что *керамическая черепица* служит не менее 100 лет. Остальные кровельные материалы и изделия отличаются гораздо меньшей долговечностью.

На рисунке 1.4.20 показана кровельная конструкция с водоизоляцией из керамической черепицы; под черепицей находятся обрешетка и контрообрешетка.



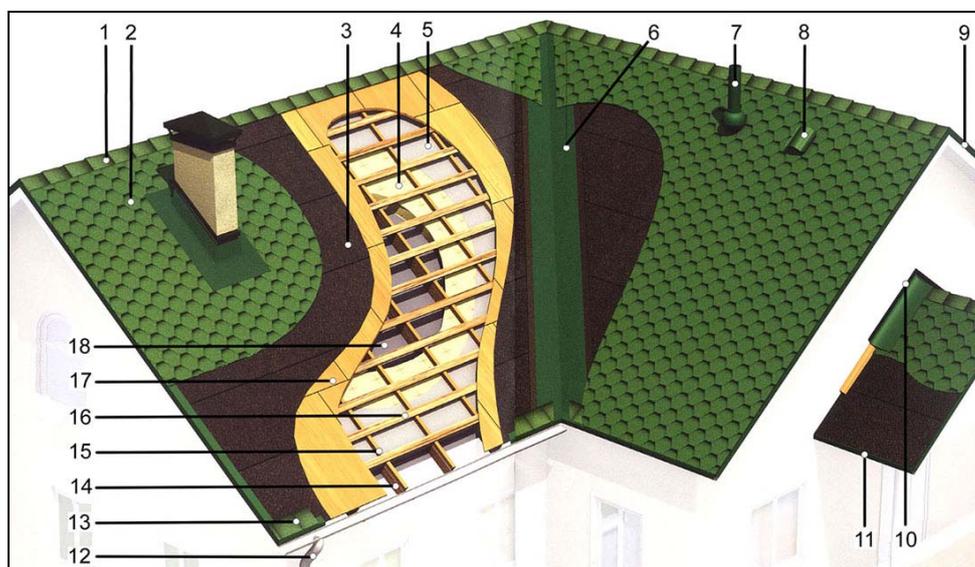
Рисунок 1.4.20 – Кровельная конструкция с водоизоляцией из керамической черепицы (фото Д. Д. Жукова)

*Цементно-песчаная черепица* впитывает меньше влаги, чем керамическая (для уменьшения гигроскопичности керамическую черепицу глазуруют), но при одинаковом объеме материала весит больше.

Основу высококачественной *битумной черепицы*, кровельная конструкция с использованием которой показана на рисунке 1.4.21, составляет стеклохолст. С обеих сторон он покрывается улучшенным битумом, затем снаружи – минеральной крошкой самых разных цветовых вариантов, а с внутренней стороны (для приклейки к сплошному дощатому настилу или другому жесткому

основанию) – в определенных местах слоем самоклеящегося СБС-битума с защитной пленкой, которая легко снимается. В дополнение к клеевому креплению плитки крепятся кровельными гвоздями.

*Кровельные профилированные листы на основе тонколистовой стали, в т. ч. металлочерепица, изготавливается из горячеоцинкованной стали толщиной 0,4 или 0,5 мм, которая пассивируется и грунтуется с обеих сторон. Нижняя сторона профилированного листа покрывается акриловой краской, а лицевая получает полимерное покрытие. Под металлочерепицей должен быть тщательно выполненный противоконденсатный экран. Профилированные листы толщиной 0,4 мм не подходят для холодных регионов с большими ветровыми и снеговыми нагрузками.*



*Рисунок 1.4.21 – Кровля с водоизоляцией из гибкой черепицы; 1 – коньковая гибкая черепица Ruflex, 2 – рядовая гибкая черепица Ruflex, 3 – подкладочный ковер Ruflex K-EL 60/2200, 4 – утеплитель из минеральной ваты, 5 – гидро- и ветроизоляционная пленка, 6 – ендовый ковер Ruflex Super Pintari, 7 – вентиляционный выход канализационного стояка, 8 – элемент вентиляционного выхода для подкровельного пространства, 9 – фронтовая планка, 10 – планка примыкания, 11 – карнизная планка, 12 – водосточная система Ruflex, 13 – карнизная гибкая черепица Ruflex, 14 – стропильная нога, 15 – контробрешетка, 16 – обрешетка, 17 – сплошная обрешетка (например, плиты Kronopol OSB), 18 – пароизоляционная пленка (рисунок компании Katerpal Oy, Финляндия)*

*Ондустил* подобен металлочерепице. Ондустил – это оцинкованный с двух сторон короткий (на длину условной черепицы) и широкий (на ширину нескольких условных черепиц) стальной лист толщиной 0,5 мм, лицевая поверхность которого покрыта минеральной крошкой – гранулятом.

*Ондулин* напоминает волнистые асбестоцементные листы. Ондулин – это спрессованные в однородную массу целлюлозные волокна, пропитанные битумом, и минеральные добавки. Легкие листы ондулина, размер которых, например, 2000х910 мм, окрашиваются перед пропиткой, поэтому их разнообразные цвета очень устойчивы.

Кровля из *листовой меди* может служить 150–180 лет, т. к. не подвергается коррозии. Медью можно покрыть крышу любой формы при уклоне кровли не менее 5 %. Кровля из *цветного алюминия* (количество цветов исчисляется десятками) может прослужить более 70 лет. По конструктивным решениям кровли из меди и алюминия подобны кровлям из *оцинкованных или черных листов кровельной стали со стоячими и лежащими фальцами*. Современные *фальцевые кровли* с длиной листа (полосы), например, 14 м позволяют избегать лежащих фальцев по длине ската.

По сравнению с обычными волнистыми асбестоцементными листами так называемый *новый шифер* – *волнистые листы из хризотилцемента* (*хризотил* – экологически безопасная разновидность асбеста) тоньше, легче, прочнее, надежнее, долговечнее, устойчивее к температурным колебаниям, лучше сохраняют заданную геометрическую форму (рисунок 1.4.22). «Новый шифер» окрашивается стойкими водно-дисперсионными акриловыми красками. Помимо основных волнистых листов, изготавливаются также коньковые, арочные, угловые и лотковые кровельные элементы.



Рисунок 1.4.22 – Кровля из хризотилцементных волнистых листов (фото НО «Хризотиловая ассоциация», Россия)

Наиболее распространенными системами наружного водоотвода со скатных крыш являются водосточные системы из металлопластика и поливинилхлорида (рисунок 1.4.23). Состоят они из горизонтальных желобов, вертикальных водосточных труб, сливов, благодаря которым соединяются желоба и трубы, а также элементов крепежа и проч. (В старых системах наружного водоотвода на месте современного слива присутствует водоприемная воронка и лоток.) Желоба и трубы бывают разных форм поперечного сечения: круглого, прямоугольного и т. д.



Рисунок 1.4.23 – Водосточная система из поливинилхлорида (фото компании *Plastmo Polska*, Польша)

## 1.5. Каркасные общественные здания

Рассматриваются *каркасные общественные здания*, в которых есть по меньшей мере два этажа и соответственно хотя бы одно междуэтажное перекрытие.

В случае *каркасной конструктивной системы* все действующие на здание и в здании нагрузки передаются на каркас, который обеспечивает прочность, жесткость и устойчивость здания. Каркасы общественных зданий возводятся в основном из железобетона и стали.

*Преимущества* каркасной конструктивной системы:

- точная и логичная схема восприятия и передачи нагрузок;
- относительно малое влияние случайных эксцентриситетов;

– применение высокопрочного бетона и стали, обуславливающее экономичный расход этих материалов;

– свободная (гибкая) планировка, обеспечивающая удобное размещение в здании помещений разных размеров и функции;

– возможность строительства высотных зданий.

В каркасных зданиях функции отдельных конструктивных элементов четко дифференцированы.

По материалу каркасы можно подразделять на железобетонные (рисунок 1.5.1 и 1.5.2), стальные (рисунок 1.5.3–1.5.6) и комбинированные, когда вместе применяются железобетон и сталь.

Рисунки 1.5.1, 1.5.2, 1.5.8, 1.5.10, 1.5.11, 1.5.13, 1.5.14, 1.5.16, 1.5.19 и 1.5.22 следует рассматривать совместно и в сравнении, т. к. на них показаны здания с монолитными железобетонными каркасами, имеющие схожие принципиальные конструктивно-технологические решения. То же совместно и в сравнении следует рассматривать рисунки 1.5.3–1.5.6, 1.5.12, 1.5.17 и 1.5.18, т. к. на них показаны здания со стальными каркасами, имеющие схожие принципиальные конструктивно-технологические решения.



*Рисунок 1.5.1 – Строящееся здание с монолитным железобетонным каркасом, имеющим условно плоские диски перекрытий, г. Минск (фото Д. Д. Жукова)*



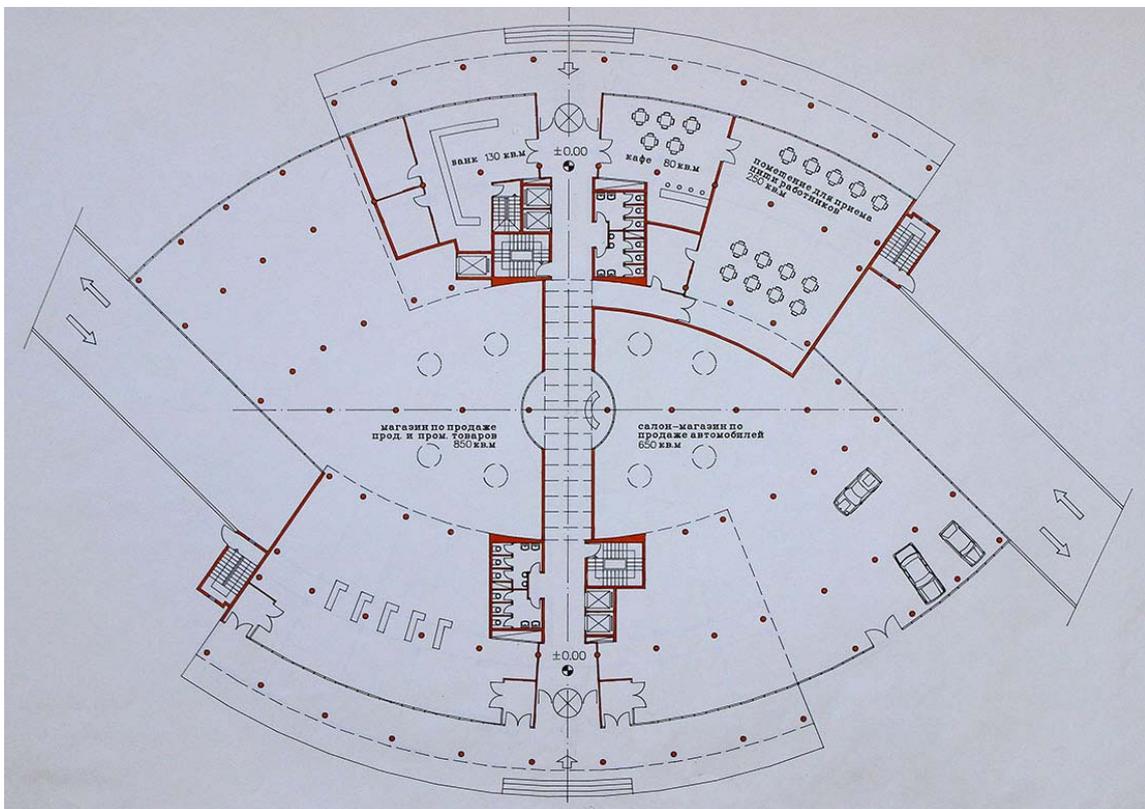
*Рисунок 1.5.2 – Строящееся здание с монолитным железобетонным каркасом, имеющем усиленные ребрами (балками) перекрытия, г. Минск (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.5.3 – Здание бизнес-центра «XXI век» со стальным каркасом, г. Минск (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.5.4 – Стальной каркас здания бизнес-центра «XXI век»; на стальные двутавровые балки перекрытий уложен профилированный настил, на который залит слой бетона; к стальному каркасу примыкают сборные железобетонные конструкции незадымляемой лестничной клетки (фото Д.Д. Жукова)*



*Рисунок 1.5.5 – План 1-го этажа здания бизнес-центра «XXI век» (из альбома презентационных архитектурных проектных решений)*

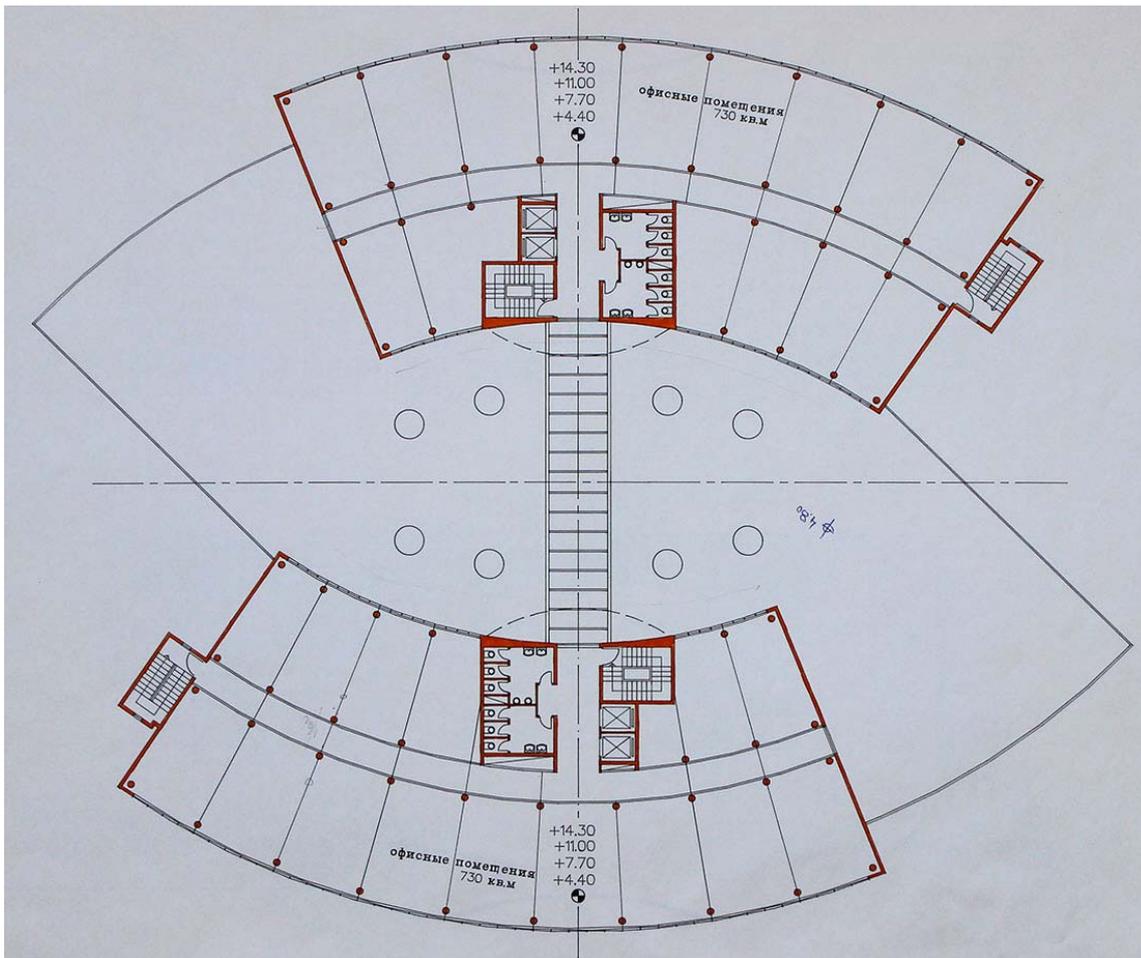
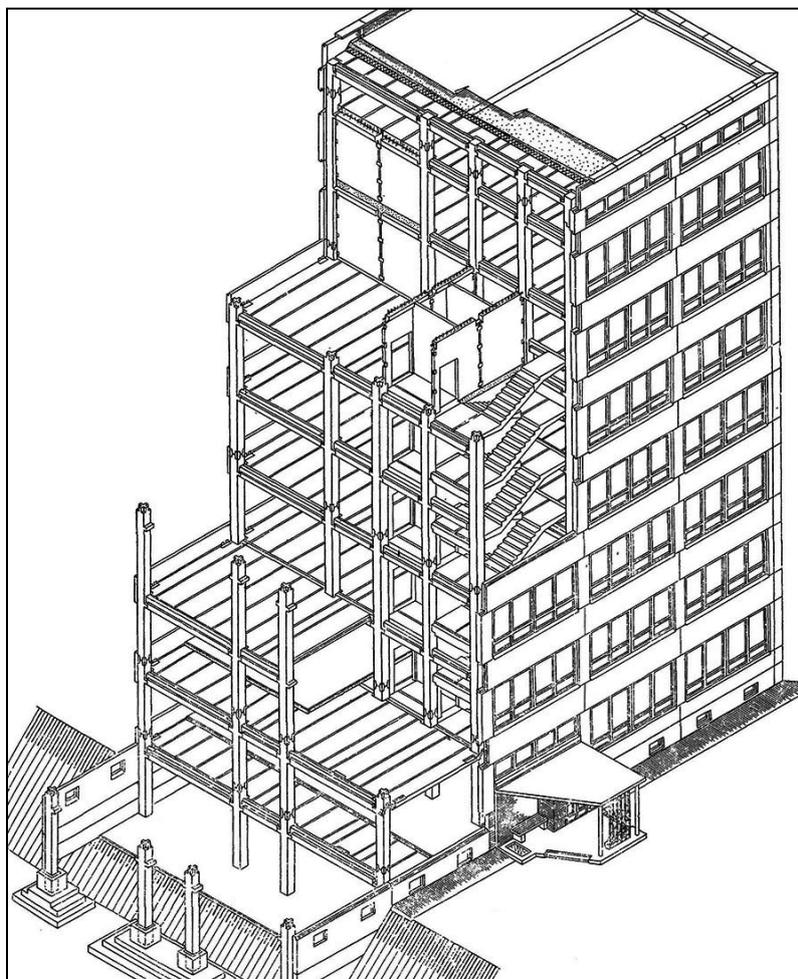


Рисунок 1.5.6 – План 2-го – 5-го этажей здания бизнес-центра «XXI век»  
(из альбома презентационных архитектурных проектных решений)

Из железобетона выполняются как колонны и перекрытия, так и диафрагмы (стены) и стволы (ядра) жесткости, являющиеся объемно-пространственными конструкциями. Железобетон и бетон применяют также в качестве огнезащитных материалов.

Разница между строительством только из железобетона и только из стали постепенно стирается, поэтому установить соответствующую границу бывает трудно.

По технологии возведения железобетонные каркасы подразделяются на сборные (рисунок 1.5.7 и 1.5.8), монолитные и сборно-монолитные.



*Рисунок 1.5.7 – Типовой сборный железобетонный каркас многоэтажного здания  
[13, лист 5.04]*



*Рисунок 1.5.8 – Монолитный железобетонный каркас строящегося здания, г. Минск  
(фото Д. Д. Жукова)*

*По расположению и наличию ригелей (балок) сборные железобетонные каркасы подразделяются на каркасы с продольным расположением ригелей, с*

поперечным расположением ригелей (рисунок 1.5.9), с перекрестным расположением ригелей, безригельные.

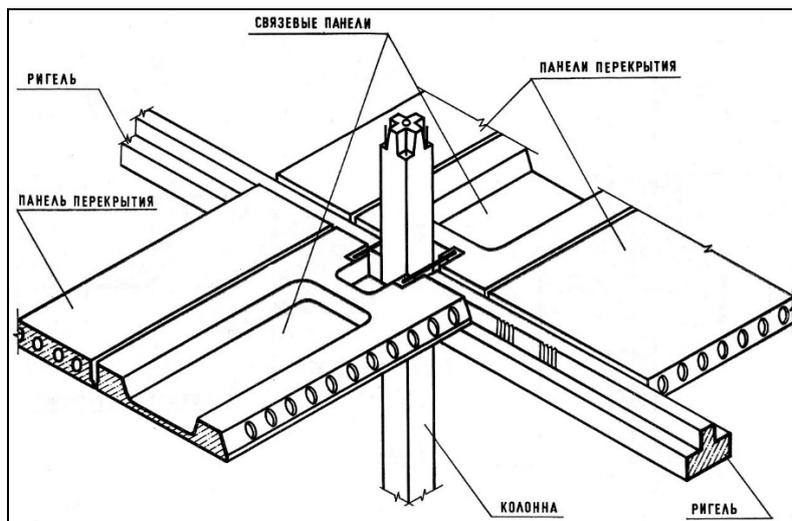


Рисунок 1.5.9 – Шарнирный узел сопряжения элементов типового сборного железобетонного связевого каркаса [14, рис. 11.6 (б)]

По виду расчетно-статической схемы каркасы подразделяются на **рамные, связевые** и **рамно-связевые**.

В случае **рамного каркаса** все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются поперечными и продольными рамами каркаса. Несущий остов при этом представляет собой систему колонн и перекрытий (ригелей), жестко соединенных между собой. Следовательно, *отдельных вертикальных связевых конструкций в рамном каркасе нет, что обеспечивает максимально свободную планировку здания*. Рамные каркасы выполняются, как правило, из монолитного и сборно-монолитного железобетона, а также стали.

В случае **связевого каркаса** (рисунок 1.5.9) все горизонтальные усилия в обоих главных направлениях передаются через перекрытия на диафрагмы жесткости – стены или ядра жесткости. Соединение колонн и перекрытий (ригелей) при этом *шарнирное*. Связевые каркасы выполняются, как правило, из сборного железобетона или стали.

В случае **рамно-связевого каркаса** имеет место рамное (жесткое) соединение колонн и перекрытий (ригелей), которые не входят в связевую конструкцию с шарнирным соединением колонн и перекрытий (ригелей). Рамно-связевым каркасом считается также рамный каркас, в который введены верти-

кальные связи для частичной разгрузки соединений колонн и перекрытий (ригелей) для обеспечения восприятия каркасом дополнительных нагрузок, что позволяет, в частности, увеличивать количество этажей в здании. Рамно-связевые каркасы бывают из сборных, монолитных и сборно-монолитных железобетонных конструкций, а также стали.

*Расстояния между колоннами* каркасных зданий общественного назначения (рисунок 1.5.10 и 1.5.11), в которых есть по меньшей мере два этажа и соответственно хотя бы одно междуэтажное перекрытие, могут достигать порядка **15 м**. При этом следует иметь в виду, что увеличение строительной высоты несущей конструкции перекрытия по мере увеличения ее пролета происходит в соответствии с ростом изгибающих моментов в сечениях указанной несущей конструкции по квадратной зависимости.



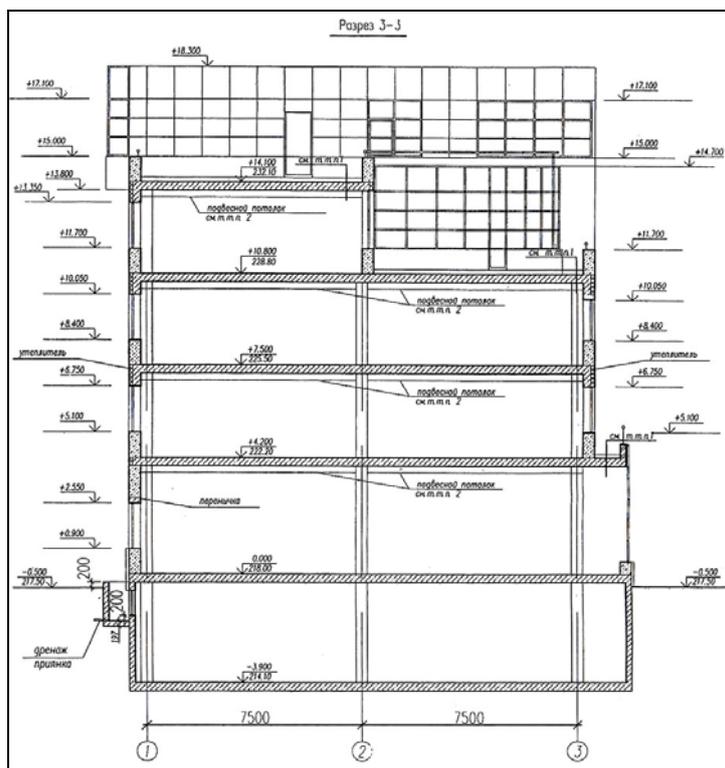


Рисунок 1.5.11 – Поперечный разрез здания бизнес-центра «Порт» (фрагмент проектной документации)

**Несущие конструкции перекрытий** могут быть в виде стальных балочных клеток (рисунок 1.5.12), монолитных (рисунок 1.5.13 и 1.5.14), сборных и сборно-монолитных железобетонных конструкций, а также сталебетонных конструкций.



Рисунок 1.5.12 – Строящееся многоэтажное здание со стальным каркасом, г. Киев, Украина (фото Д. Д. Жукова); колонны и балки из двутавров; балочные клетки, состоящие из главных и второстепенных балок, опираются на колонны; по верху балок уложен стальной профилированный настил

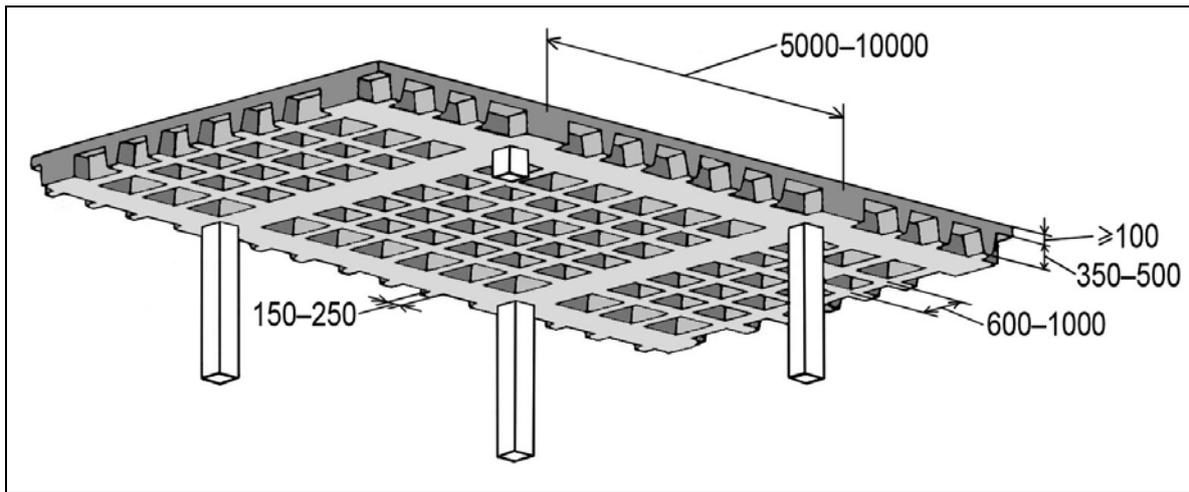


Рисунок 1.5.13 – Вариант монолитного кессонного железобетонного перекрытия, указаны ориентировочные размеры



Рисунок 1.5.14 – Строящееся здание с монолитным железобетонным рамно-связевым каркасом, г. Минск (фото Д. Д. Жукова); перекрытия – кессонные

**Наружные стены** каркасных общественных зданий, как правило, *нене-  
сущие* – чаще всего *навесные* (из *легких навесных панелей* заводского изготов-  
ления, см. рисунки 1.5.15 и 1.5.16, и *монтируемых по месту на основе сэндвич-  
профиля*, см. рисунки 1.5.17 и 1.5.18) и *поэтажно опертые* на основе, в частно-  
сти, *кладки из ячеистобетонных блоков* (рисунок 1.5.19) или *эффективного по-  
ризованного кирпича*, а также *каркаса из стальных или алюминиевых профилей*.



*Рисунок 1.5.15 – Сопряжение двух легких навесных сэндвич-панелей заводского изготовления (фото Д. Д. Жукова), состоящих из внешней обшивки из тонколистового металла и внутреннего сердечника из жестких минераловатных плит*



*Рисунок 1.5.16 – Начало монтажа изготовленных на заводе легких навесных панелей со светопрозрачной частью в случае монолитного железобетонного каркаса, г. Киев, Украина (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.5.17 – Легкие навесные стены на основе сэндвич-профиля в процессе монтажа в случае здания с железобетонным и стальным каркасом, г. Минск (фото Д. Д. Жукова); теплоизоляция из минераловатных плит, наружная облицовка из металлического сайдинга*



*Рисунок 1.5.18 – Легкие навесные стены на основе сэндвич-профиля в процессе монтажа в случае здания с железобетонными и стальным каркасом, г. Минск (фото Д. Д. Жукова)*



Рисунок 1.5.19 – Поэтажно опертые наружные стены на основе кладки из ячеистобетонных блоков, г. Минск (фото Д. Д. Жукова)

**Внутренние стены** – это в основном, огнезащитные преграды, стены жесткости, а также стены лестничных клеток и лифтовых шахт. Что касается **перегородок**, они часто сборно-разборные с легким металлическим каркасом, обшивками из гипсокартонных или гипсоволокнистых плит (листов) и звукоизоляцией из минеральной ваты, а также трансформируемые (мобильные). **Офисные (внутриофисные) перегородки**, высота которых, как правило, меньше высоты помещения, могут иметь деревянный, металлический или пластмассовый каркас, промежутки между вертикальными и горизонтальными элементами которого заполнены ламинированными древесно-стружечными плитами, или (и) стеклянными панелями, в т. ч., например, частично или полностью подвергнутых пескоструйной обработке.

**Подвесные потолки** в общественных помещениях больших размеров могут быть не только одноуровневыми и многоуровневыми (рисунок 1.5.20), причем, помимо прочего, с решетчатыми и иными не присущими жилью ограждениями, но и локальными (рисунок 1.5.21), лишь частично скрывающими аккумуляторы

ратно и эстетично смонтированное инженерное оборудование (воздуховоды, кабели, корпуса светильников и т. д.).



Рисунок 1.5.20 – Многоуровневый подвесной потолок в торговом центре г. Франкфурта-на-Майне, Германия (фото Д. Д. Жукова)



Рисунок 1.5.21 – Локальный подвесной потолок в офисном здании, г. Минск (фото Д. Д. Жукова)

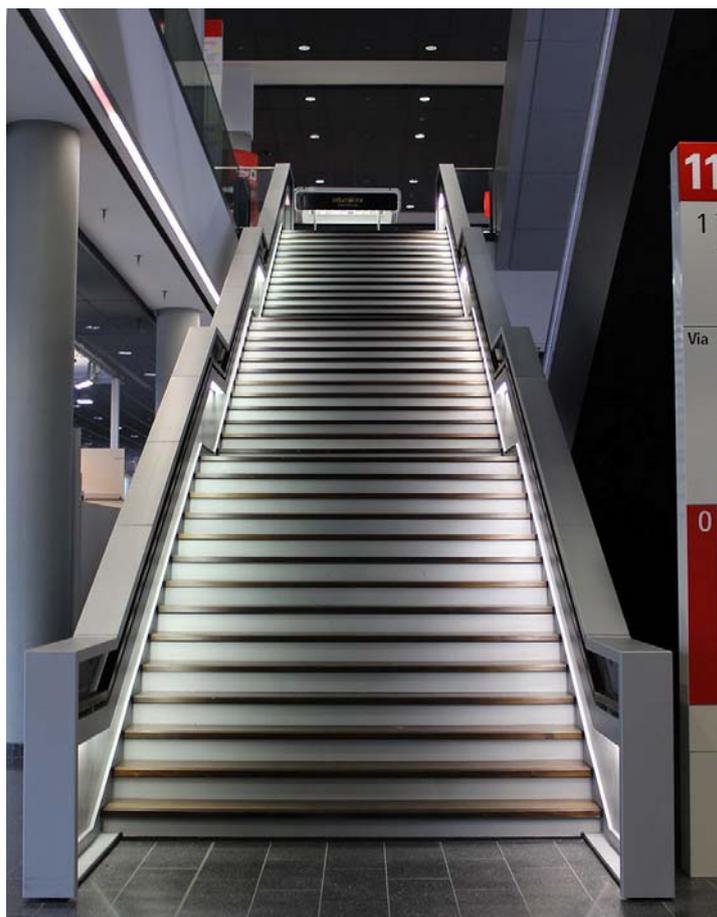
**Натяжные потолки** в общественных помещениях больших размеров могут быть многоуровневыми и (или) усложненной формы с интегрированными в них крупными светильниками и иными дизайнерскими элементами, а также могут комбинироваться с подвесными потолками.

Каркасные общественные здания отличаются впечатляющими **парадными лестницами** (рисунки 1.5.22–1.5.23) и безопасными **эвакуационными лестницами** (рисунки 1.5.4–1.5.7), которые в районах с холодной зимой располагаются в специальных изолированных помещениях – лестничных клетках, возводимых из негорючих материалов, бетона или кирпича в первую очередь.

Причем лестничная клетка в случае здания большой этажности делится по вертикали на отдельные отсеки.



*Рисунок 1.5.22 – Монолитная железобетонная основа парадной лестницы общественного здания в г. Вильнюсе, Литва (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.5.23 – Парадная лестница с двумя промежуточными площадками и подсветкой в павильоне Выставочного центра г. Франкфурта-на-Майне, Германия (фото Д. Д. Жукова)*

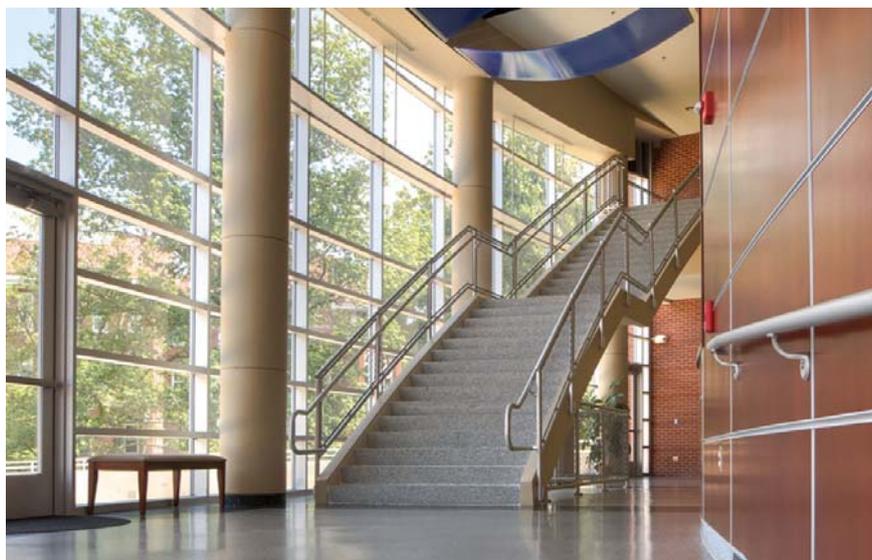


Рисунок 1.5.24 – Парадная лестница с одной промежуточной лестничной площадкой в Центре искусств г. Луисвилла, штат Кентукки, США (фото компании Hollaender Manufacturing)

## 1.6. Витражные системы остекления, остекленные двери и оконные витрины

Светопрзрачное заполнение обычных оконных проемов выполняет в основном ограждающую функцию, несущая способность оконных блоков с их светопрзрачным заполнением в виде преимущественно стеклопакетов, как правило, во внимание не принимается. Иное дело остекление больших вертикальных и наклонных поверхностей, когда профили светопрзрачных ограждений, которые входят в состав *витражных систем остекления*, являются в значительной степени несущими конструктивными элементами.

В витражных системах применяются *высокотехнологичные и достаточно прочные профили*, обладающие высокой стойкостью к атмосферным воздействиям.

В случае зимних садов (теплиц), торговых павильонов небольших размеров, веранд и т. п. профили не воспринимают значительных статических нагрузок, поэтому чаще используются их поливинилхлоридные (ПВХ) варианты, нежели алюминиевые и тем более стальные.

В случае крупных зданий с большими площадями сплошного остекления, когда его доля доходит до 100 % по отношению ко всей площади проема, фор-

мируемого, например, торцами ближайших друг к другу перекрытий и стен, применяются главным образом алюминиевые профили и реже стальные.

*Нагрузки* приводят к возникновению в конструктивных элементах витражных систем внутренних напряжений и деформаций. Выделяют в первую очередь нагрузки эксплуатационные (ветровые, снеговые, от перепадов температуры и др.) и технологические (они возникают при изготовлении, транспортировке и монтаже конструктивных элементов и конструкций). Учитываются также косвенные напряжения, которые возникают в стеклопакетах при перепаде давления, температуры и влажности.

*Воздействия* имеют несиловую природу и не приводят к возникновению в элементах конструкций напряжений. Воздействия являются совокупностью внешних (климатических) факторов, которые оказывают влияние на человека, находящегося в помещении. К этим факторам относятся перепады температуры и влажности наружного и внутреннего воздуха, шум, естественное освещение от небосвода, солнечное излучение, пыль и атмосферные осадки, химические примеси в атмосферной влаге. Кроме того, к воздействиям с точки зрения дизайна можно отнести визуальную связь внутреннего и внешнего пространства.

В качестве несущих конструкций витражным системам остекления следует обладать необходимой прочностью и жесткостью при действии нагрузок.

В качестве ограждающих конструкций витражным системам остекления следует обладать необходимыми светотехническими, теплозащитными, звукоизоляционными и воздухоизоляционными свойствами.

Витражные системы остекления должны быть достаточно долговечными, технологичными, легко транспортируемыми и удобными в монтаже, химически стойкими, а также удобными для обслуживания в процессе эксплуатации.

К витражным системам остекления относятся не только те из них, которые являются наружными ограждениями, но и *светопрозрачные перегородки* (в т. ч. межкомнатные), т. к. они имеют схожую с «истинными» витражными конструкциями конструктивную схему и характер работы под нагрузкой.

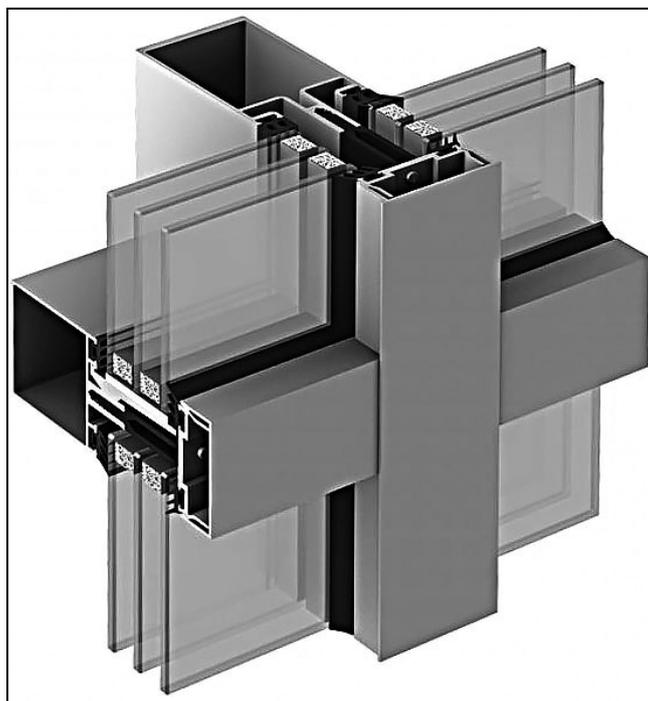
Основные группы витражных систем остекления или, проще говоря в данном контексте, витражей – *стандартные, структурные* и *полуструктурные* витражи.

Витражные конструкции называют также *светопрозрачными фасадными системами*. Под ними понимают в первую очередь системы профилей светопрозрачных конструкций, специально разработанные для создания сплошного остекления либо на отдельных участках фасада здания, либо по всему фасаду. Фасадные системы включают в свой состав и профили для светопрозрачной кровли.

Фасадные системы воспринимают значительные по величине ветровые нагрузки, на профили фасадных систем воздействуют собственный вес стекла и температурные напряжения.

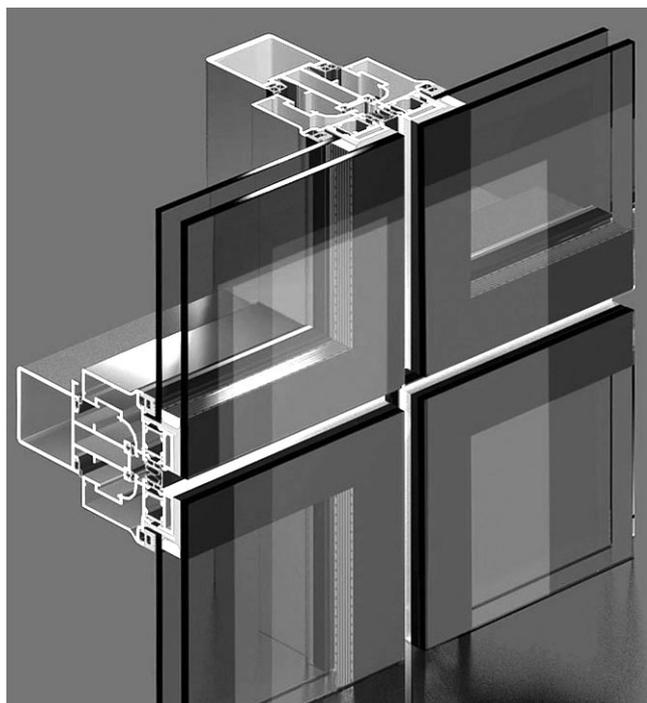
ПВХ профильные системы, которые обладают высоким коэффициентом температурного расширения и небольшой жесткостью рамных элементов, определяемой технологией их изготовления, обладают весьма ограниченными возможностями при использовании их в фасадных системах. ПВХ в таких системах значительно уступает алюминию почти по всем показателям, кроме теплозащитных качеств. Серьезным препятствием для применения ПВХ в витражных конструкциях является их подверженность большим температурным деформациям. Отсюда небольшие размеры остекленных ячеек фасада, что далеко не всегда отвечает архитектурным и дизайнерским требованиям.

*Стандартные фасады* (рисунок 1.6.1) отличаются выраженным поэлементным членением. Наружная плоскость навесных ригелей и стоек выходит за плоскость остекления, а цвет и форма завершающих планок (нащельников) является важным элементом архитектурной композиции. Крепление остекления выполняется механическим способом посредством штапиков и специальных планок. Заполнение ячеек между несущими конструкциями осуществляется глухим остеклением, открывающимися створками или непрозрачными сэндвич-панелями.



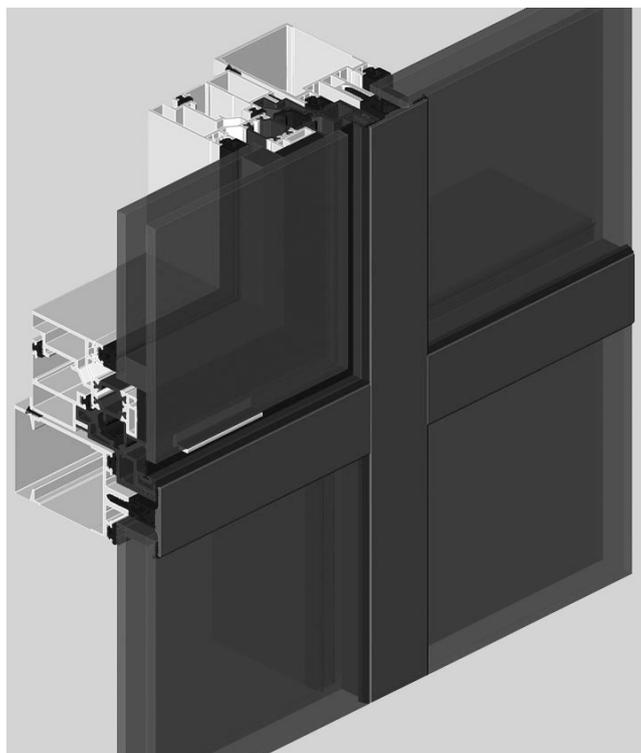
*Рисунок 1.6.1 – Стандартный фасад*

**Структурные фасады** (рисунок 1.6.2) отличаются сплошной гладкой поверхностью остекления с минимально выраженным членением. При этом остекление крепится к несущим элементам посредством специального клея, а эти элементы находятся за плоскостью остекления в пределах внутреннего пространства здания. Многие системы структурного остекления имеют дополнительную рамную конструкцию, на которую навешиваются фасадные блоки, образуемые стеклопакетом с приклеенным к нему крепежным алюминиевым профилем.



*Рисунок 1.6.2 – Структурный фасад*

**Полуструктурные фасады** (рисунок 1.6.3) занимают промежуточное положение между стандартными и структурными фасадами, сочетая в себе их архитектурные и конструктивные особенности. Полуструктурные фасады отличаются наличием видимых алюминиевых кромок, которые обеспечивают защиту краевых участков стеклопакета.



*Рисунок 1.6.3 – Полуструктурный фасад*

Структурные и полуструктурные фасады обладают очевидными преимуществами по сравнению со стандартными фасадами. Они не имеют явных «мостиков холода». В структурных фасадах все участки стеклопакета, в т. ч. краевые зоны, находятся в одинаковых условиях работы с точки зрения развития температурных деформаций, что существенно снижает вероятность разрушения стеклопакета в процессе эксплуатации. В структурных фасадах обеспечивается более эффективная защита от атмосферных воздействий. А еще такие фасады предоставляют возможность монтажа остекления «изнутри», в связи с чем подобное остекление обладает более широкими возможностями по использованию в высоких (высотных) зданиях.

Основу стандартной, структурной и полуструктурной фасадной системы составляют стальные стойки (чаще всего коробчатого сечения). Их прикрепляют к несущим элементам здания – колоннам, стенам, перекрытиям. На стойки передается ветровая нагрузка и нагрузка от собственного веса остекления, которую принимают на себя горизонтальные ригели профильной системы.

Структурные и полуструктурные фасады выполняются, как правило, из алюминиевых профилей, а в стандартных фасадах могут применяться и алюминиевые, и комбинированные (ПВХ, алюминий, сталь) профили.

На рисунке 1.6.4 показано примыкание витражного остекления к междуэтажному перекрытию, а на рисунке 1.6.5 – конструкция витражного остекления на разных этапах его реализации.

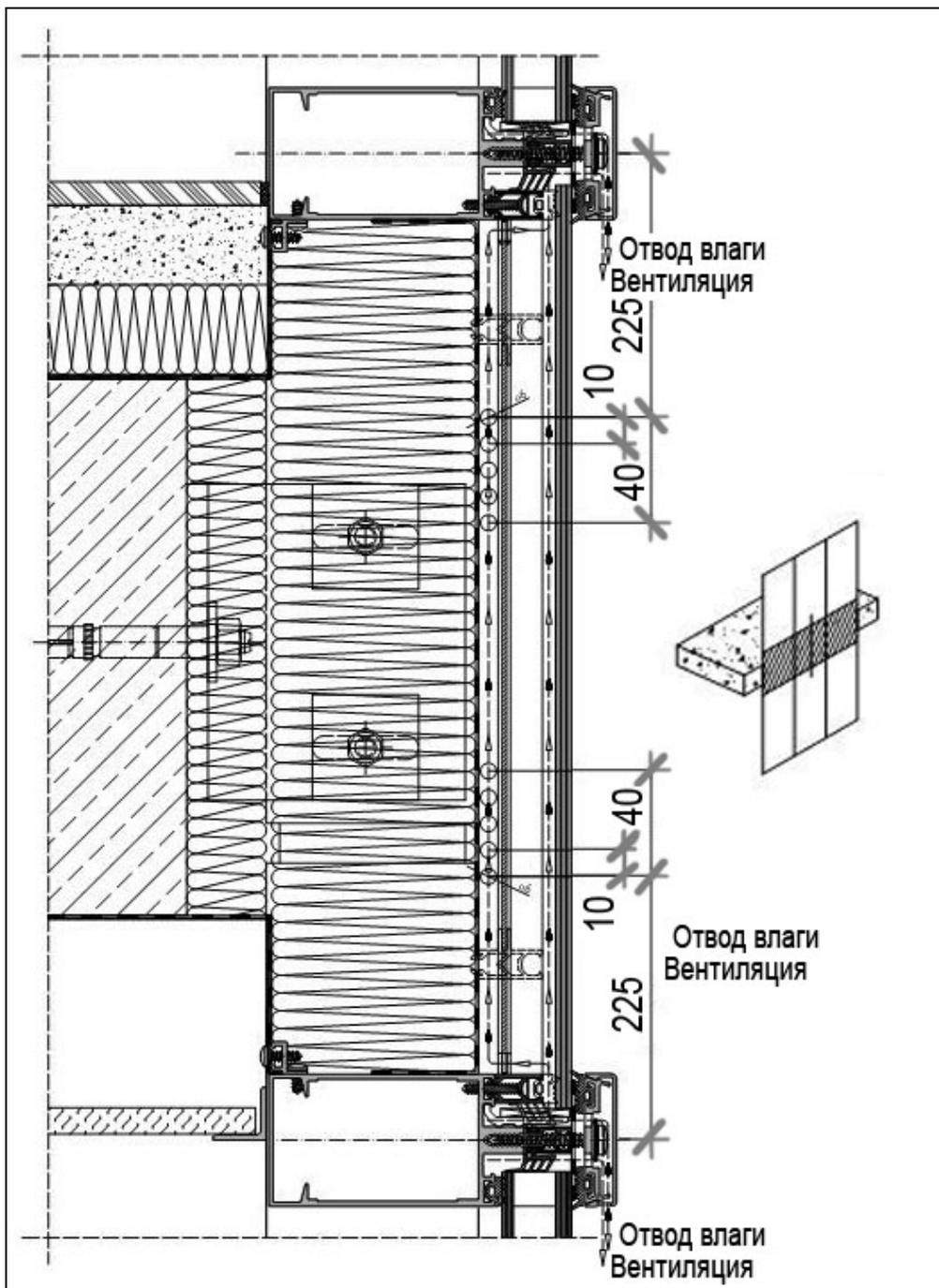


Рисунок 1.6.4 – Примыкание витражного остекления к междуэтажному перекрытию (проектное решение компании «АлюминТехно», г. Минск)



*Рисунок 1.6.5 – Витражное остекление универсама «Первомайский», г. Минск  
(фото Д. Д. Жукова)*

**Планарное, или спайдерное, остекление** является сплошным безрамным остеклением, которое выполняется с помощью металлических кронштейнов – спайдеров. В спайдерных системах остекления стекла крепятся к несущим конструкциям при помощи специальных болтов-стяжек. Соответствующие отверстия в стеклах высверливаются с высокой точностью в заводских условиях. Есть несколько разновидностей болтов, которые подбираются отдельно для каждой конструкции в зависимости от нагрузок, назначения и заданного внешнего вида элемента.

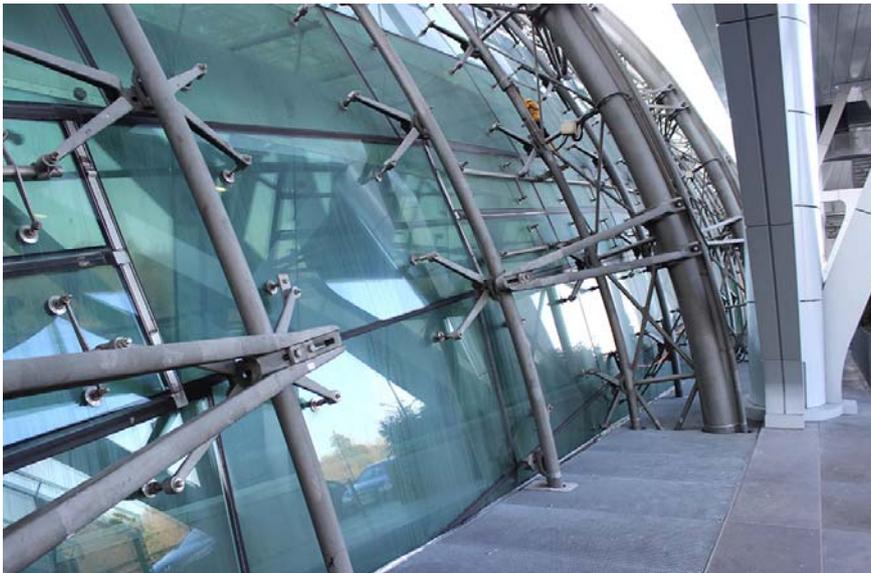
Стекланные панели (стеклопакеты) обычно крепятся в четырех точках к опорным конструкциям с помощью болтов из нержавеющей стали. Шарнирная головка болта опирается на сегмент из нержавеющей стали. При монтаже используются прокладки, шайбы и втулки из эластичных материалов. Вследствие этого сталь непосредственно не контактирует со стеклом.

Швы между стекланными панелями (стеклопакетами) герметизируются. Герметик должен плотно заполнять всю полость шва, обладать высокой адгезионной способностью и устойчивостью к ультрафиолетовому излучению, обеспечивать полную влаго- и воздухонепроницаемость конструкции.

На рисунках 1.6.6 и 1.6.7 показано спайдерное остекление в крупном multifunctional здании The Squaire, находящемся в г. Франкфурте-на-Майне, Германия.



*Рисунок 1.6.6 – Спайдерное остекление в крупном мультифункциональном здании (интерьер), г. Франкфурт-на-Майне, Германия (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.6.7 – Спайдерное остекление в крупном мультифункциональном здании (фасад, см. совместно с рисунком 1.6.5), г. Франкфурт-на-Майне, Германия (фото Д. Д. Жукова)*

Кроме профилей и других светонепрозрачных элементов, важнейшие элементы витражных конструкций – **стекла** и **стеклопакеты**. Для примера на рисунке 1.6.8 показано витражное остекление с крупногабаритными стеклопакетами.



Рисунок 1.6.8 – Общественное здание с витражным остеклением, г. Франкфурт-на-Майне, Германия (фото Д. Д. Жукова)

Как и в случае обычных окон, в витражных системах остекления, как правило, в составе стеклопакетов применяется *энергосберегающее стекло* и *триплекс* (ламинированное стекло). Кроме того, в витражных конструкциях широко используются и другие виды стекол, о которых рассказывается ниже.

*Солнцезащитное стекло* уменьшает пропускание световой и/или солнечной тепловой энергии. Солнцезащитными являются окрашенные в массу стекла, а также некоторые виды стекол с покрытиями. Величина пропускания естественного света солнцезащитными стеклами снижается при уменьшении величины проникания излучения в целом. По особенностям функционирования солнцезащитные стекла разделяют на две группы: отражающие излучение и поглощающие излучение. Солнцезащитные стекла уменьшают мощность системы кондиционирования воздуха в зданиях.

*Закаленное стекло* в результате специальной обработки приобретает повышенную, по сравнению с обычным стеклом, прочность к ударам и перепадам температуры. Разрушается закаленное стекло на мелкие осколки, имеющие неострые грани, не способные нанести серьезные травмы.

**Огнестойкое стекло** отличается повышенными уровнями защиты от огня, которые характеризуются пределами огнестойкости по потере целостности и изоляции, или только по потере целостности, в 30, 60, 90, 120 и 180 минут.

**Самоочищающееся стекло** очищается от загрязнений за счет сил природы. Защитное покрытие такого стекла не изнашивается и не стирается, имея такой же срок службы, как и стекло.

**Армированное стекло** внутри укреплено металлической проволокой. Есть цветное армированное стекло. Армированное стекло может иметь сырую литью; украшенную узором, совпадающим с рисунком сетки; полированную поверхность. Такое стекло обладает повышенной безопасностью и огнестойкостью. Армирование не повышает механическую прочность стекла, однако армосетка не позволяет осколкам стекла разлетаться в стороны и выпадать из переплетов.

**Стекло с изменяемой прозрачностью** способно быстро переходить из обычного матового состояния в прозрачное и наоборот. Такое стекло можно использовать, например, для проецирования изображения и устройства перегородок в общественных зданиях.

**Стекло с односторонней видимостью** применяют, например, для остекления комнат охраны.

**Стеклопакеты с фотоэлектрическими ячейками** позволяют делать полупрозрачными или витражи в целом или их отдельные зоны.

**Стеклопакеты с электрообогревом** применяют, например, для устройства незамерзающих крыш зимних садов.

**Изогнутые в двух взаимно перпендикулярных направлениях стекла и стеклопакеты** позволяют реализовать оригинальные фасадные и интерьерные решения (рисунок 1.6.9).

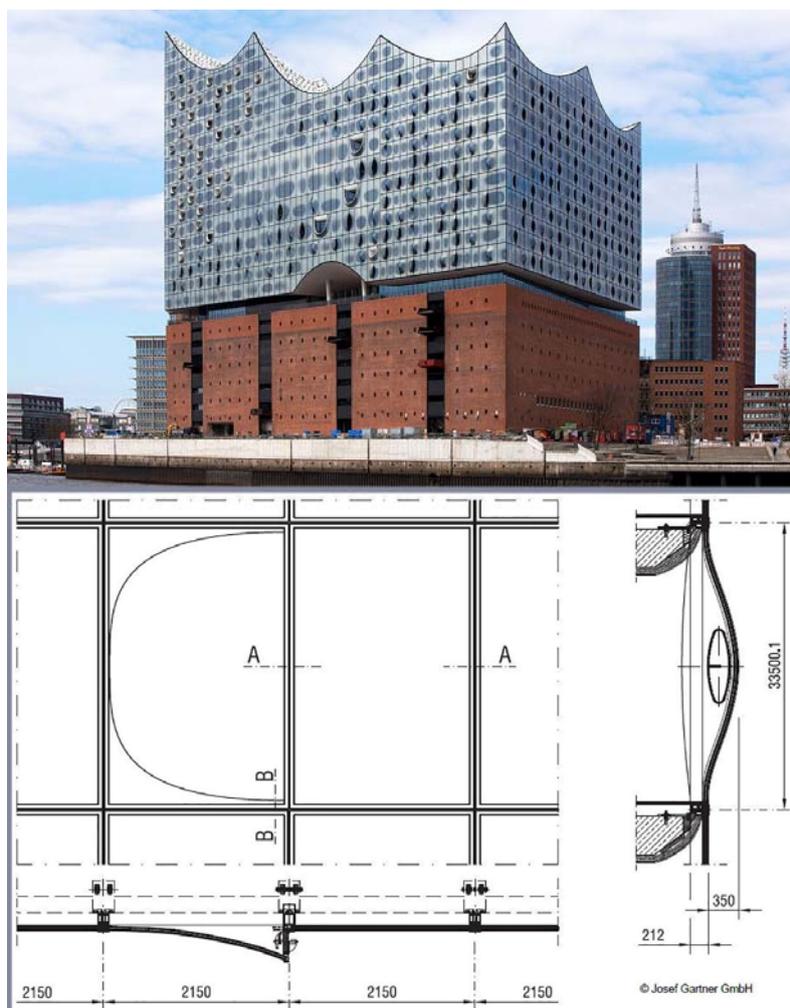


Рисунок 1.6.9 – Здание Эльбской филармонии с витражным 3D-остеклением, г. Гамбург, Германия (фото и рисунки компании Guardian Glass)

Важное значение для стекол, применяемых в светопрозрачных конструкциях общественных зданий, имеют **защитные и декоративные пленочные покрытия**. Защитная пленка представляет собой прозрачную полимерную основу, на которую нанесен методом спаттеринга (спаттеринг – процесс бомбардировки какой-либо основы атомами металлов, диэлектриков или полупроводниковых материалов) или в процессе теплового вакуумного напыления слой металлов (титан, медь, нержавеющая сталь и т. д.). С обратной стороны пленка имеет клеящий состав, который обеспечивает ее молекулярное сцепление со стеклом. Назначение защитных пленок на стекле – увеличение его ударопрочности, безопасности, шумо- и теплозащитной способности, защита от ультрафиолетового излучения, увеличение огнестойкости стекла, тонирование, придание стеклу односторонней видимости (зеркальности).

Кроме листового стекла, в витражных конструкциях применяют **стекло-блоки**, **поликарбонат** (в т. ч. *сотовый*) и некоторые другие материалы.

Сплошное верхнее естественное освещение можно устраивать за счет светопрозрачных кровель. По форме они могут быть самыми разными: односкатными, двухскатными, двухскатными с вальмами, шатровыми, пирамидальными, арочными, купольными (рисунок 1.6.10) и т. д. Нередко используются светопрозрачные кровли из поликарбоната. Что касается стекла, то для светопрозрачных кровель все чаще применяются специально разработанные виды стекол – сверхпрозрачное стекло, антибликовое стекло, стекла с разнообразными функциональными и декоративными покрытиями.



Рисунок 1.6.10 – Стеклопанельная купольная крыша ТЦ «Столица», г. Минск (фото Д. Д. Жукова)

Главное назначение светопрозрачных конструкций – обеспечение свободного поступления дневного света в помещения. В результате существенно экономится электроэнергия для искусственного освещения и в помещениях создается комфортная световая атмосфера.

Существуют три **системы естественного освещения помещений**: боковое, верхнее и комбинированное. Система бокового освещения подразделяется на одно-, двух-, трехстороннее и круговое освещение. Боковое освещение не всегда разрешает проблему естественного освещения здания. Например, когда доступу естественного света в помещения мешают стены соседних строений или окна помещений находятся на северной стороне. Разрешить проблему можно при помощи верхнего освещения.

При этом среди архитектурно-строительных приемов естественного освещения интерьеров важную роль играют солнцезащитные архитектурно-планировочные и конструктивные решения (рисунок 1.6.11).



*Рисунок 1.6.11 – Защита от солнца стеклянного фасада, г. Страсбург, Франция (фото Д. Д. Жукова)*

Проектирование системы естественного освещения в современных общественных зданиях – очень сложная задача, которую надо решать комплексно, с учетом климатических условий района строительства.

*Архитектурное сочетание бокового и верхнего естественного освещения особенно ярко проявляется в случае **атриумов**.*

В современной архитектуре атриумы пользуются гораздо большей популярностью, чем прежде. Хотя атриумы с инженерной точки зрения весьма сложные и «капризные» части зданий, их успешно устраивают и эксплуатируют, в частности, в Северной Европе и США. На рисунке 1.6.12 показан пример атриума значительных размеров.



*Рисунок 1.6.12 – Атриум значительных размеров,  
г. Вена, Австрия (фото Д. Д. Жукова)*

Термин «*атриум*» означает просторное высокое помещение, которое обычно располагается при входе или в центре здания. В последние годы этот термин в английском языке приобрел более широкое толкование (atriums или atria) и означает архитектурный элемент, который характеризуется применением *остекления большой площади для организации естественного освещения помещений.*

Одна из главных причин широкого распространения атриумов в странах с относительно холодным климатом – потребность создать комфортное помещение с естественным освещением, которое годится для торговли, развлекательных мероприятий и т. д. Применение остекления большой площади в рамках определенных ограничений предоставляет возможность максимальным образом использовать потенциал солнечной энергии и в определенных случаях снижать расходы на отопление.

На рисунке 1.6.13 и 1.6.14 показано энергоэффективное общественное здание в экологической деревне г. Райне, Германия. В данном случае наличие атриума обусловлено достаточной продолжительностью солнечного сияния во время сравнительно мягкой зимы. В этом атриуме имеется специальная труба, в которую с целью отопления здания закачивается теплый воздух из-под стеклянной крыши (рисунок 1.6.14).



*Рисунок 1.6.13 – Энергоэффективное общественное здание, Германия (фото Д. Д. Жукова)*



*Рисунок 1.6.14 – Энергоэффективное общественное здание, Германия, см. совместно с рисунком 1.6.13 (фото Д. Д. Жукова)*

Ограждения атриумов являются, как правило, самостоятельными конструкциями с остекленными покрытиями: вертикальными, горизонтальными, наклонными, плоскими или криволинейными, – которые связаны с другими конструкциями здания.

Максимальный эффект естественного освещения внутреннего пространства здания с атриумом достигается благодаря легкости несущих металлических конструкций покрытия атриума и высоких оптических свойств светопрозрачного материала (стекло, поликарбонат). Что касается дороговизны атриумов, то она компенсируется в первую очередь повышенным уровнем функциональности и коммерческой привлекательности здания.

На покрытии должна быть предусмотрена возможность размещения солнцезащитных устройств. Летний перегрев атриума эффективно устраняется, например, посредством встроенной в покрытие тентовой солнцезащиты (рисунок 1.6.15).



*Рисунок 1.6.15 – Тентовая солнцезащита атриума, г. Франкфурт-на-Майне, Германия (фото Д. Д. Жукова)*

Скатные крыши и крыши криволинейного очертания атриумов оживляют среду. Однако не следует забывать об особенностях указанных конструкций. Во-первых, нужны специальные приспособления для их очистки с обеих сторон. Во-вторых, необходима система удаления конденсата. В-третьих, в снежных районах следует предусматривать устройства для таяния снега и/или конструкции, которые предотвращают появление снежных мешков.

Имеется много возможностей для совершенствования атриумов с точки зрения энергоэффективности. При этом атриумы следует проектировать на основе полного учета их энергетических характеристик.

Основное преимущество зданий с атриумами – увеличение поступления в здание естественного света без связанных с ним тепловых потерь или перегрева, имеющих место в обычных зданиях. Снижение тепловых потерь достигается в результате применения *двойной стеклянной стены атриума, улавливанием (в холодное время года) или отражением (в теплое время года) солнечной радиации*, которые требуются для достижения климатического комфорта. Для обеспечения наилучшего освещения необходимо придавать атриуму форму световой ловушки и распределителя естественного света.

Использование преимуществ атриума для улучшения отопления и вентиляции требует также оптимальной ориентации здания и атриума по странам света и придания им формы, которая способствует одновременно затенению и сохранению солнечного тепла, а также созданию требуемых для вентиляции потоков воздуха.

Т. к. во всех широтах наибольшую долю прямой и рассеянной солнечной радиации здания получают сверху, то верхнее освещение в них самое эффективное. При этом его всегда можно выполнить так, чтобы была защита от прямых солнечных лучей, а также оптимальным образом использовался отраженный и рассеянный естественный свет. В регионах с холодным климатом желательно ориентировать остекленную стену на юг (в северном полушарии).

Западные и восточные остекленные поверхности имеют смысл тогда, когда они создают ту атмосферу внутренней среды и тот облик фасада, без которых в архитектурном и дизайнерском отношении нельзя обойтись. Ведь летом указанные поверхности пропускают лучи низко расположенного солнца и затенить их труднее, чем поверхности южной ориентации. Что касается зимнего периода, то ориентированные на запад и восток стены, в том числе светопрозрачные теряют гораздо больше тепловой энергии, нежели ориентированные на юг (в северном полушарии) стены.

Начиная проектирование атриумных зданий, следует первоначально ориентироваться на их *исходные (упрощенные или простые) формы* (рисунок 1.6.16). К примеру, исходными могут быть следующие варианты: одностенный атриум типа оранжереи, двухстенный атриум (открыт на два фасада), трехстенный атриум (открыт один фасад); четырехстенный атриум (не имеет открытых боковых фасадов), линейный атриум (открыт только с торцов).

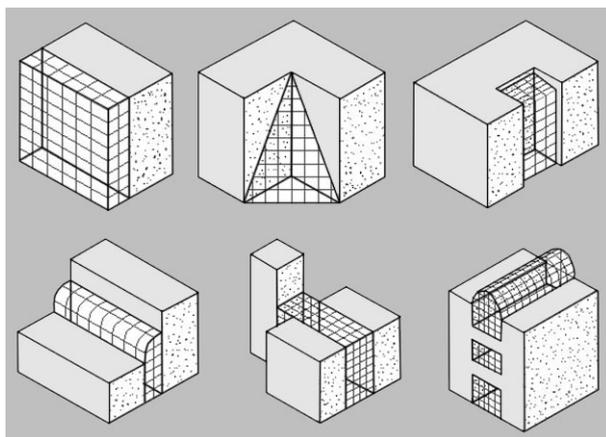


Рисунок 1.6.16 – Некоторые основные виды простых по форме атриумов

Лучше всего внешнюю форму атриума организует *двойное светопрозрачное ограждение*, или *двойной (расставленный) стеклянный фасад* (рисунок 1.6.17). Он состоит из двух контуров остекления с промежутком между ними. Как правило, первый контур – одинарное остекление, второй – теплоизоляционное остекление (стеклопакеты). Промежуток между двумя стеклянными стенами эффективно использовать в качестве вентиляционной полости. В промежутке между контурами располагаются регулируемые солнцезащитные устройства.



*Рисунок 1.6.17 – Двойной фасад в общественном центре*

Двойные стеклянные фасады создают парниковый и каминный эффекты, за счет которых достигается максимальная энергоэффективность. Наружный слой двойного фасада выполняют из прозрачного стекла или из стекол с низкой отражающей способностью, внутренний слой из светоотражающего стекла, в результате чего в здание поступает чистый свет. Вследствие вентиляции промежутка между стенками двойного фасада снижаются расходы на отопление зимой и охлаждение летом. Шумоизоляция двойных фасадов составляет 55 дБ.

Своеобразные архитектурные решения имеют место в случае **наружного каркаса здания**, когда он является по большей части фасадной структурой (рисунок 1.6.18).



*Рисунок 1.6.18 – Фасад здания с наружным каркасом, г. Гётеборг, Швеция  
(фото Д. Д. Жукова)*

«Парадное крыльцо» современного общественного здания – его *входная группа*. Такая группа призвана подчеркивать индивидуальность архитектурной и дизайнерской концепции здания, определять его назначение и статус. Современные светопрозрачные конструкции позволяют делать входы в общественные здания особенно привлекательными (рисунок 1.6.18).

Существенно обогащают облик архитектурных интерьеров *светопрозрачные перегородки*. Появились они в XX веке, когда была разработана специальная технология по закалке стекла. Важное достоинство светопрозрачных перегородок из закаленного стекла – безопасность.



Рисунок 1.6.19 – Входная группа бизнес-центра «Александров пассаж», вид из помещения, г. Минск (фото Д. Д. Жукова)

Залог успешного архитектурно-дизайнерского решения *витрины* – качественная конструкция *витринного окна*. Традиционные витринные окна подразделяются на отдельные, встроенные в проем стены и выносные.

В современных зданиях без стеновых проемов для витрин витринные коробки располагают между крайними колоннами или перед ними в виде единой ленточной витринной коробки. Все чаще бывает, что витражное остекление служит элементом витрины, в качестве которой выступает весь торговый зал.

*Стеклопакетные двери* бывают, в частности, *распашными*, *маятниковыми* (их створки открываются как внутрь, так и наружу), *раздвижными* и *откатными*.

ми (рисунок 1.6.19), они снабжаются специальным механизмом для осуществления их функционирования), *дверями-гармошками* (они требуют парковочного пространства и, например, верхнего трека).

Особое место среди входных (наружных) дверей занимают ***револьверные двери***, вращающиеся вокруг вертикальной оси (рисунок 1.6.20). Такие двери оснащаются системой безопасности, способны выдерживать самый напряженный режим движения людей и лучше дверей другой конструкции препятствуют проникновению в здание пыли и грязи.



*Рисунок 1.6.20 – Револьверные двери в небоскребе «Коммерцбанк-Тауэр», г. Франкфурт-на-Майне, Германия (фото Д. Д. Жукова)*

Самые распространенные револьверные двери имеют *три* или *четыре лопасти* (створки или полотна) и *диаметр 2,5–4,0 м*. Важное свойство таких дверей заключается в том, что в случае возникновения форс-мажорных обстоятельств *их лопасти достаточно быстро складываются, обеспечивая свободный путь эвакуации.*

Выпускаются следующие револьверные двери: *ручные, ручные с мотором* (он фиксирует лопасти в определенном положении после прохода), *автоматические с сервоприводом* (если нажать на лопасть, дверь начинает вращение) и

*полностью автоматические* (они вращаются постоянно). Автоматические револьверные двери могут работать как в автоматическом (с разной скоростью), так и ручном режиме.

## 1.7. Большепролетные плоские крыши, фонари

Несущие конструкции большепролетных плоских, в т. ч. малоуклонных, крыш (покрытий) по характеру статической работы (работы в условиях статических нагрузок) делят на *плоскостные* и *пространственные*. Пример плоской крыши общественного здания представлен на рисунке 1.7.1.



Рисунок 1.7.1 – Вид сверху на торговый центр в г. Вильнюсе, Литва (фото Д. Д. Жукова)

Эти конструкции бывают *железобетонными, стальными, алюминиевыми, деревянными* (в т. ч. из клееной древесины) и *комбинированными*. Все такие конструкции относятся к *жестким*.

По степени сборности (способу изготовления) их подразделяют на *сборные; подлежащие сборке на стройплощадке из элементов (в т. ч. укрупненных) заводского изготовления; монолитные (железобетонные конструкции), сборно-монолитные (железобетонные конструкции)*.

**Плоскостные конструкции**, перекрывающие пролет, работают только в своей вертикальной плоскости, т. е. их несущие элементы, находясь в верти-

кальной плоскости, воспринимают нагрузки, которые действуют именно в этой плоскости.

Все остальные конструкции того же назначения являются **пространственными**. Они работают не в одной вертикальной плоскости и *по форме бывают как пространственными, так и плоскими*. Именно последние рассматриваются в данном разделе.

*Плоскостные конструкции*, участвующие в формировании плоских покрытий, подразделяют на **балки, фермы и рамы**.

*Балки и фермы* работают независимо в своей вертикальной плоскости, опираясь на стены или колонны без передачи на них распорных усилий. Применяются также **подстропильные балки и фермы**, когда необходимо как минимум в два раза увеличить шаг внутренних колонн здания по сравнению с шагом наружных колонн.

*Рамы* передают на опорные конструктивные элементы как вертикальную нагрузку, так и распорные усилия.

Во многих случаях рационально применять **сборные железобетонные балки, коробчатый настил, плиты 2Т, или ТТ**, и т. п. конструкции.

На рисунке 1.7.2 показаны железобетонные плиты 2Т производства международного концерна «Консолис» (Consolis) для плоских (малоуклонных) кровель; на изображении вверху видно, что эти плиты опираются на внутренний каркас и наружные несущие крупные стеновые панели.



Рисунок 1.7.2 – Общий вид и применение железобетонных плит 2Т  
(фото и рисунки компании Betonika, Литва)

**Предварительно напряженные сборные железобетонные балки** таврового и двутаврового сечения с обычным армированием перекрывают пролеты, как правило, от 9 до 18 м. Высоту этих балок принимают равной  $1/10$ – $1/12$  пролета. Такие балки, которые используются, помимо прочего, в случае актовых залов учебных заведений, спортзалов, плавательных бассейнов монтируют с шагом, например, 0,6 м. По балкам укладывают, как правило, сборные железобетонные плиты, эффективный утеплитель и рулонную кровлю. Для междуэтажных перекрытий общественных зданий применяют тавровые балки.

**Коробчатый сборный железобетонный настил** пролетами 12, 15 и 18 м используется не только в конструкциях покрытий, но и междуэтажных перекрытий.

**Фермы** являются жесткими сквозными несущими конструкциями, которые включают в свой состав соединенные между собой в узлах стержни, расположенные в одной вертикальной плоскости.

**Фермы**, помимо использования по своему прямому назначению в качестве плоскостных конструкций, служат еще базовым элементом многих стержневых пространственных конструкций, в т. ч. пространственных ферм и структур.

**Стальные фермы** применяются, как правило, в случае пролетов не менее 18 м. Для плоских кровель предназначены стальные *фермы с параллельными поясами*. Высоту этих конструкций принимают равной  $1/6$ – $1/10$  пролета. Фермы с параллельными поясами изготавливаются в заводских условиях из *прокатных профилей* (уголков, швеллеров или двутавров), а также *трубчатых профилей* или *профилей коробчатого сечения*. Фермы из прокатных профилей применяют, как правило, для пролетов максимум 30 м. Если пролеты равны этой величине и превышают ее, возрастает по сравнению с фермами из прокатных профилей экономичность ферм из стальных профилей трубчатого или коробчатого сечения.

На рисунке 1.7.3 показаны схемы стальных унифицированных ферм с параллельными поясами пролетом от 18 до 36 м.

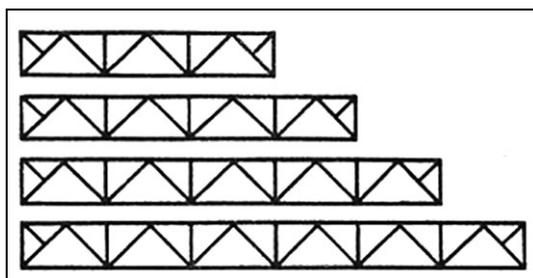


Рисунок 1.7.3 – Схемы стальных унифицированных ферм с параллельными поясами

Фермам больших пролетов недостает жесткости в поперечном направлении. Поэтому для обеспечения их устойчивости монтируют *связи* и осуществляют другие специальные конструктивные мероприятия.

При пролетах 18–36 м экономически оправданно применять **железобетонные фермы**. Их высоту принимают, как и в случае стальных ферм, равной  $1/6$ – $1/10$  пролета. На верхний пояс железобетонных ферм чаще всего укладывают **ребристые железобетонные плиты** шириной 3 м, в результате чего обеспечивается передача нагрузки от указанных плит на узлы ферм.

**Фермы из клееной древесины** используются для пролетов преимущественно до 24 м.

В случае стальных ферм и ферм из клееной древесины для формирования основания кровли часто применяются **листы профилированного настила**

**(профнастил)**. Если шаг ферм превышает 4 м, профнастил укладывается на прогоны (балки), которые опираются на фермы, располагаясь поперек их.

**Ра́мы** – это стержневые конструкции, которые состоят из *вертикальных стоек (колонн)* и *горизонтальных балок (ригелей)*, жестко соединенных между собой в узлах (рисунок 1.7.4). Ра́мы способны перекрывать *пролеты*, сравнимые с пролетами ферм.

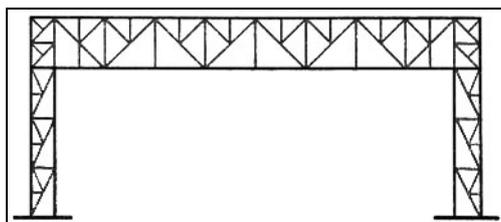


Рисунок 1.7.4 – Схема решетчатой стальной рамы большого пролета

На рисунке 1.7.5 показана стальная сплошностенчатая рама в случае крытого катка в процессе монтажа. С помощью таких рам формируется, помимо прочего, кровля с уклоном, близким к малому. В случае плоской (малоуклонной) кровли рама данной конструкции выглядит примерно так же.



Рисунок 1.7.5 – Стальная рама для кровли крытого катка в процессе монтажа, г. Вильнюс, Литва (фото Д. Д. Жукова)

**Большепролетные плоские пространственные конструкции** – это в первую очередь *перекрестные балки* и *фермы*, а также *перекрестно-стержневые конструкции (структуры)*.

Несущая конструкция покрытия, которая сформирована из перекрестно расположенных и соединенных между собой балок или ферм, является *сплошностенчатой* или *сквозной (решетчатой)* конструкцией (рисунок 1.7.6).

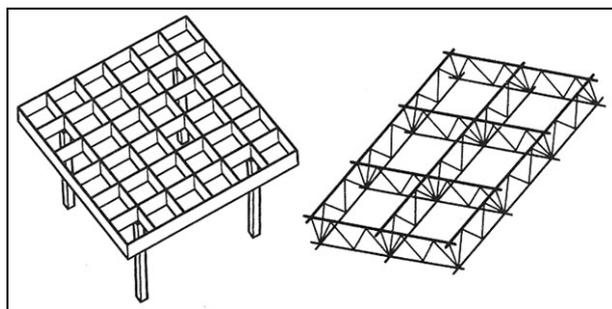


Рисунок 1.7.6 – Схемы сплошнотенчатой и решетчатой несущей конструкции покрытия

Эффект пространственной работы таких несущих систем проявляется сильнее, если форма основной части их плана, диктуемая расположением вертикальных несущих конструкций близка к квадрату, кругу или другим простым фигурам, точки линии контура которых находятся на примерно равном расстоянии от центра фигуры.

**Высота перекрестных балок** составляет ориентировочно 0,7–0,8 высоты обычных (плоскостных) балок, а **высота перекрестных ферм** – 0,6–0,7 высоты обычных (плоскостных) ферм.

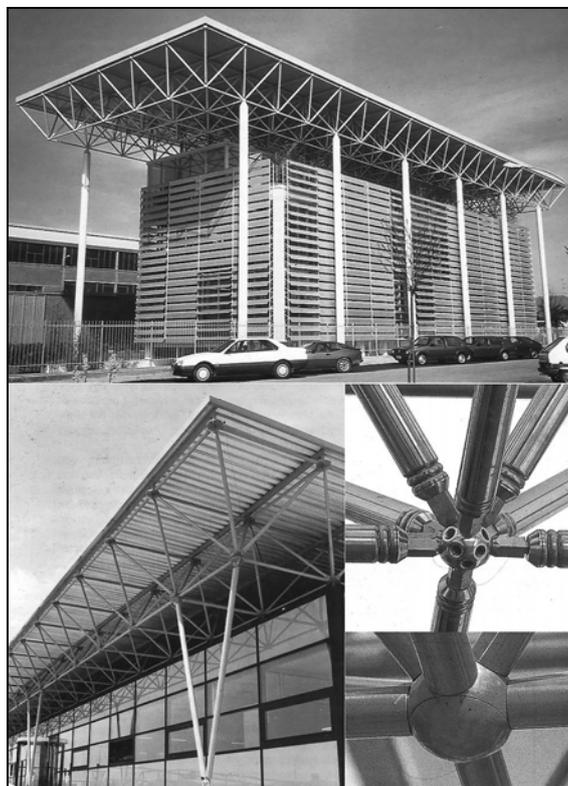
На рисунке 1.7.7 показаны перекрестные шпренгельные балки-фермы, которые включают в свой состав балки и стойки из клееной древесины и стальных подпружных тяг.



Рисунок 1.7.7 – Перекрестные шпренгельные балки-фермы в круглом конференц-зале Минского международного образовательного центра (фото Д. Д. Жукова)

**Структуры** – это несущие системы, состоящие из стержней (чаще всего стальных), которые сходятся в узлах и находятся в пространстве в строгом геометрическом порядке. Структуру можно представить в виде большого количества неделимых модулей – куба, тетраэдра и т. д. *Структуры* могут перекрывать *пролеты* до 100 м и более. Структуры могут опираться по внешнему контуру, на угловые колонны или внутри внешнего контура

На рисунке 1.7.8 показаны зарубежные примеры стальных структур и их узловых соединений, а на рисунке 1.7.9 – схема проектного построения (конструирования с точки зрения дизайна) стальной структуры размером в плане 27 на 27 м.



*Рисунок 1.7.8 – Примеры зарубежных стальных структур и их узловых соединений*

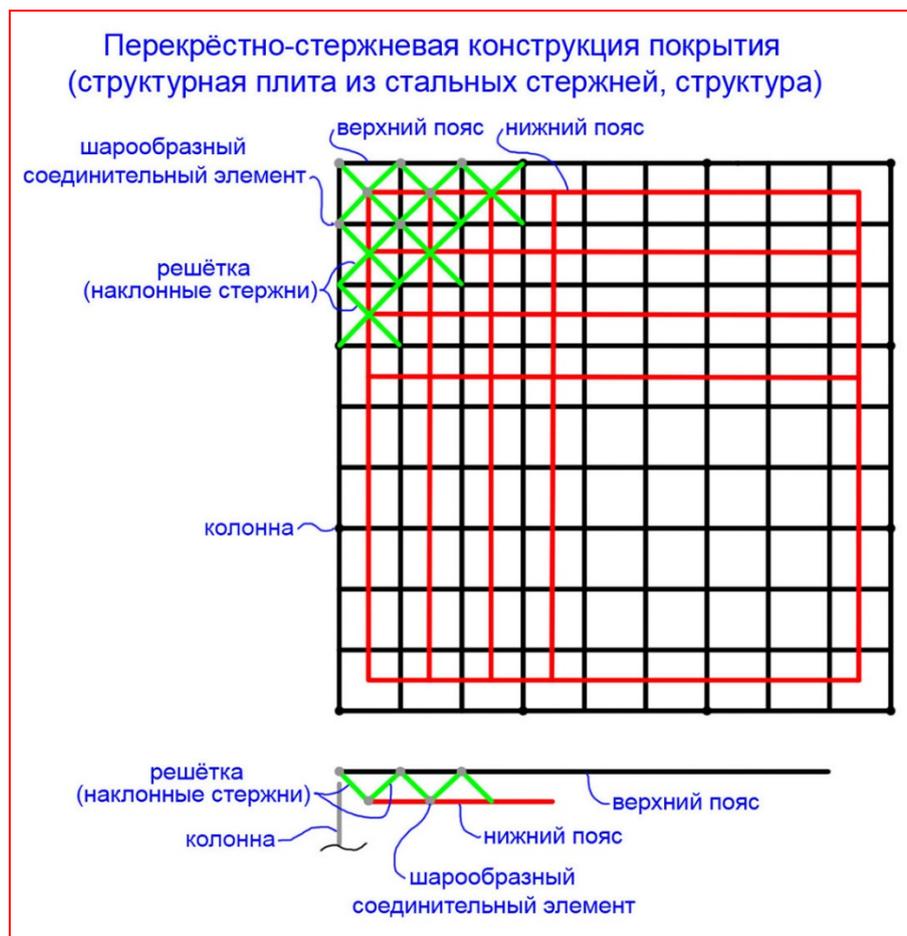


Рисунок 1.7.9 – Схема конструирования стальной структуры

В **состав плоской кровли** может входить много элементов. Их неполный перечень для одного из вариантов *совмещенной кровли* (если идти сверху вниз) следующий:

- *защитный слой* – элемент кровли, предохраняющий основной водоизоляционный (гидроизоляционный) ковер от механических повреждений, атмосферных воздействий, солнечной радиации и распространения огня по поверхности кровли;

- *основной водоизоляционный ковер* – в составе рулонных и мастичных кровель слои рулонных материалов или армированных мастик;

- *стяжка* – слой, к примеру, цементно-песчаного раствора или мелкозернистого асфальтобетона, предназначенный для выравнивания поверхности утеплителя или несущих элементов кровли, создающий необходимую прочность на сжатие основания под кровлю;

- *утеплитель* (засыпной, монолитный или плитный);

– *пароизоляция* – лакокрасочный слой, слой мастики, синтетической пленки или рулонного материала, препятствующий избыточному накоплению влаги в теплоизоляционных и водоизоляционных слоях при длительной эксплуатации кровли.

В зависимости от вида водоизоляционного слоя кровли подразделяются на следующие основные типы:

– *рулонные и мастичные* (их относят также к мягкой кровле);

– *из крупноразмерных штучных материалов* (например: асбестоцементные и цементно-волокнистые волнистые листы; листовая сталь и медь; профилированные металлические листы, в т.ч. металлочерепица);

– *из мелкоштучных материалов* (например: черепица, асбестоцементные и цементно-волокнистые плоские плитки, битумно-полимерные плитки – «шинглс»).

Несмотря на то что кровли из рулонных материалов и мастик могут иметь достаточно большой уклон, чаще всего их уклоны невелики и соответствуют уклонам плоских крыш.

***Кровли из рулонных материалов и мастик*** подразделяются на следующие типы:

– *кровля с ограниченным хождением* (неэксплуатируемая кровля);

– *эксплуатируемая кровля, предназначенная для пешеходных нагрузок*, – террасы, смотровые площадки и т. п.;

– *эксплуатируемая кровля, предназначенная для автомобильных нагрузок*, – например, открытые автостоянки;

– *кровля с озеленением*.

Основные конструкции *кровель из рулонных материалов и мастик* таковы:

– *совмещенная кровля с прямым расположением слоев*; в ней водоизоляционный ковер расположен над утеплителем;

– *совмещенная кровля с обратным расположением слоев (инверсионная кровля)*; в ней водоизоляционный ковер расположен под утеплителем;

– *вентилируемая (двухблочковая) кровля*; в ней водоизоляционный слой располагается на верхней несущей конструкции (например, железобетонной плите), а утеплитель и пароизоляция – на нижней несущей конструкции; между утеплителем и верхней несущей конструкцией находится вентилируемая воздушная прослойка.

На рисунке 1.7.10 показано проектное предложение компании Paroc начала 2000 гг. – принципиальное решение совмещенной плоской кровли с наплавленным битумным рулонным материалом и эффективной плитной теплоизоляции из каменной ваты. Во второй половине 2010 гг. расчетная толщина теплоизоляции этой кровли в Беларуси должна быть больше (примерно 250–300 мм) – исходя из нормативного сопротивления теплопередаче кровли, равного  $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

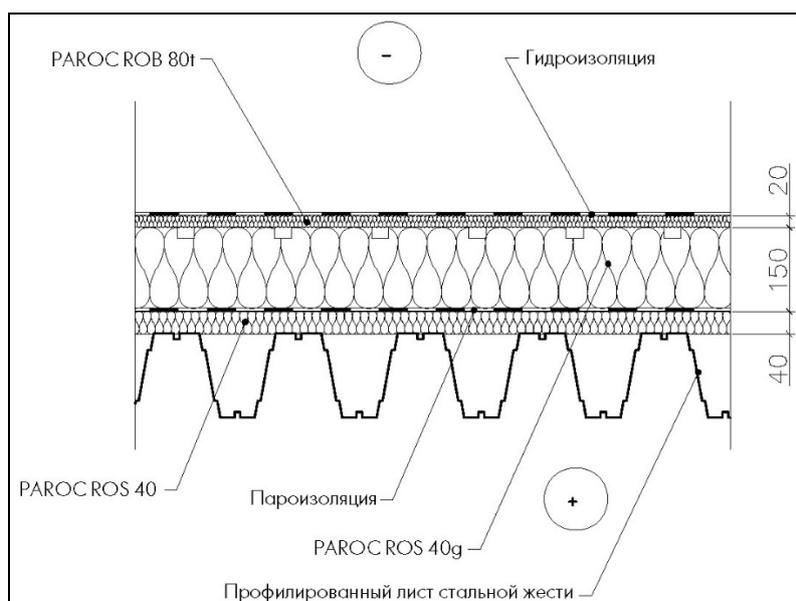


Рисунок 1.7.10 – Совмещенная плоская кровля (проектное предложение компании Paroc)

Все большее распространение в мире получает **инверсионная кровля** (рисунок 1.7.11). Подобные кровли в испытаниях на долговечность показали себя лучше других применяемых в строительстве кровель. Последовательность слоев инверсионной кровли логична с точки зрения обеспечения беспрепятственной диффузии водяных паров. При правильном выполнении такой кровли конденсат в ее слоях не образуется. Кроме того, ее водоизоляционный ковер не подвергается воздействию резких перепадов температур. Этот ковер часто при-

клеивается непосредственно к поверхности несущей конструкции, которая должна быть очень ровной. Но если есть опасность повреждения водоизоляции даже при незначительных деформациях несущей конструкции, между этими двумя слоями необходимо устраивать выравнивающий слой (например, слой перфорированной стеклоткани на битумной основе).

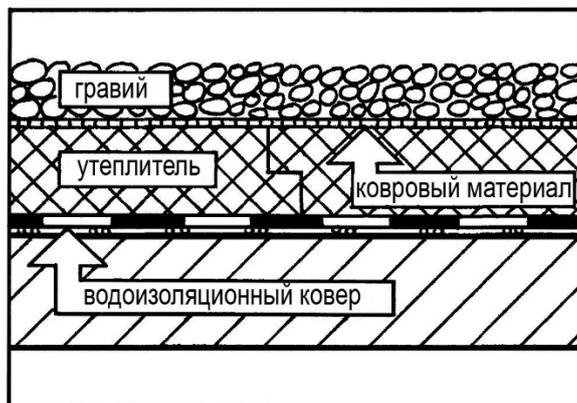


Рисунок 1.7.11 – Инверсионная кровля

В качестве теплоизоляционных материалов в инверсионных кровлях могут применяться только такие, водопоглощение которых в течение длительного времени практически остается равным нулю. Лучше всего для инверсионной кровли подходят *плиты из экструдированного пенополистирола*, стыки которых должны быть относительно водонепроницаемыми (фальц, шпонка, паз и т. д.). При проектировании инверсионной кровли важно учесть уменьшение ее теплоизолирующей способности вследствие просачивания воды в пространство между утеплителем и водоизоляцией (следует предусматривать осушение обеих поверхностей) и тот факт, что для предотвращения сильного понижения температуры на внутренней поверхности крыши ее несущую часть надо выполнять из тяжелого материала с высокой теплопроводностью: например, железобетона.

По утеплителю для защиты от осыпи и механической стабилизации кровли укладывается специальный ковровый материал, на который слоем толщиной не менее 5 см насыпается крупный гравий фракции 16–32 мм.

**Кровли с озеленением** могут быть как с прямым, так и с обратным расположением утеплителя и водоизоляционного ковра. Толщина растительного слоя

грунта в общем случае должна быть не менее 150 мм, грунт следует укладывать по синтетическому ковровому дренирующему слою со специальной пропиткой против прорастания растений, который, в свою очередь, должен укладываться либо по водоизоляции, либо по дренирующему слою гравия, либо по перфорированным дренажным плитам из экструдированного пенополистирола. Поверх же утеплителя рекомендуется укладывать слой синтетического нетканого материала (геотекстиль) для защиты от осыпи гравийных и песчаных слоев и защиты утеплителя от продавливания и разрушения.

В зависимости от величины уклона, вида современного рулонного материала и показателя его гибкости *может быть от одного до трех слоев основного водоизоляционного ковра*. Первый слой двух- или трехслойного ковра прикрепляют к основанию по-разному, в т. ч. со сплошным или частичным соединением либо механически гвоздями, дюбелями или болтами-саморезами с полной проклейкой (наваркой) нахлестки. Второй и третий слои водоизоляционного ковра следует укладывать со сплошной наклейкой (наваркой). А эластомерные материалы укладываются свободно и пригружаются балластом, например, из круглой гальки поверх защитных матов.

Современные ***рулонные кровельные материалы*** можно разделить на три группы:

- материалы на основе окисленного битума;
- битумно-полимерные материалы;
- полимерные материалы.

*Окисленный битум* применяется потому, что сырьевой битум обладает низкой теплостойкостью (ниже плюс 50 °С). Материалы на окисленном битуме весьма технологичны и имеют невысокую стоимость. Поэтому их применяют в качестве нижних слоев водоизоляционного ковра.

В сравнении с битумными материалами *битумно-полимерные материалы* имеют гораздо лучшие показатели, в т. ч. долговечность (до 20 и более лет). Это достигается использованием для их изготовления модифицированных битумов.

За рубежом материалы с модифицированными посредством АПП битумами (АПП-материалы) называются *пластобитумными*, т. к. по свойствам они приближаются к пластмассам; материалы с модифицированными посредством СБС битумами (СБС-материалы) – *резинобитумными*.

Многими достоинствами обладают *однослойные полимерные мембраны* (их укладывают в один слой). Другое, более точное, их название – *эластомерные пленочные материалы (мембраны)*. По сравнению с битумосодержащими материалами эти мембраны из, например, армированного пластифицированного ПВХ более устойчивы к воздействию высоких и низких температур, а также солнечного излучения.

Сваривая отдельные полотна этих материалов, можно создавать однослойные монолитные водоизоляционные покрытия любых размеров и форм.

Варианты *крепления мембраны*:

- приклеивание;
- механическое крепление (мембрана крепится к основанию дюбелями или болтами-саморезами) – рисунок 1.7.12, слева;
- пригруз (на свободно уложенную мембрану засыпается гравий) – рисунок 1.7.12, справа.

Совмещенная кровля с прямым расположением слоев, водоизоляцией из полимерной мембраны и озеленением показана на рисунке 1.7.13.

Полимерные мембраны могут монтироваться и при больших уклонах кровли, а также иметь самые разнообразные расцветки.



Рисунок 1.7.12 – Совмещенные кровли с прямым расположением слоев и водоизоляцией из полимерной мембраны

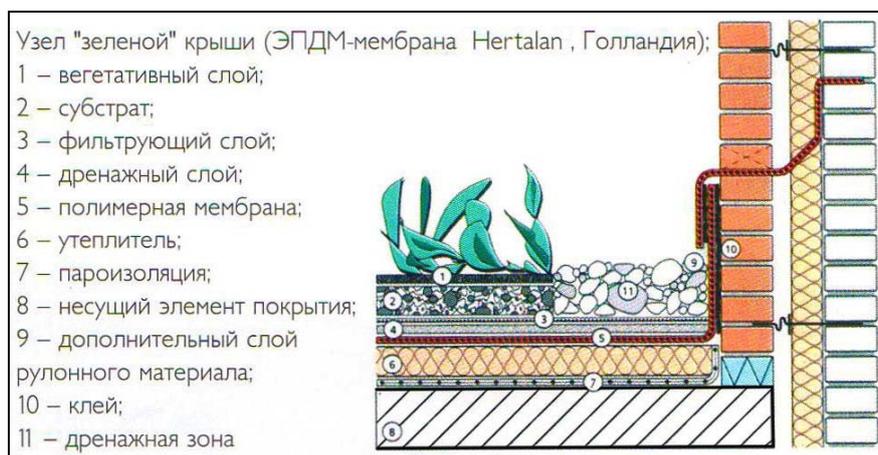


Рисунок 1.7.13 – Совмещенная кровля с прямым расположением слоев, водоизоляцией из полимерной мембраны и озеленением

Мастичные, или безрулонные, кровли хороши тем, что не имеют стыков и швов, а примыкания таких кровель к выступающим над ней элементами (парапеты, трубы и т. д.) просты и надежны.

Особенность **подвесных** и **натяжных потолков** в случае большепролетных плоских покрытий заключается в том, что они могут «пропускать» через себя, например, фонари верхнего дневного света или световоды, быть разноуровневыми и локальными, а также комбинироваться между собой.

По двум причинам в общественных зданиях применяют такие конструкции, как **фонари**.

*Первая причина* – организация верхнего естественного освещения, *вторая* – устройство вентиляционных отверстий в крыше.

Для верхнего освещения предусматривают **световые фонари**, для освещения и вентиляции – **светоаэрационные фонари**, для вентиляции – **аэрационные** (применяются главным образом в промышленных зданиях, но в отдельных случаях могут быть элементами специфических помещений общественных зданий).

Если в здвепомещениях есть подвесные или натяжные потолки, увеличивающие общую толщину верхнего ограждения здания, есть смысл применять **фонари со светопроводными шахтами – световодами**.

Поверхности глухих внутренних граней фонарей и световодов рекомендуется *окрашивать* материалами, которые имеют коэффициент отражения не менее 0,85. **Не рекомендуется** устанавливать остекление в плоскости подвесного потолка. Если необходим рассеянный солнечный свет, то светопрозрачное заполнение фонарей может выполняться из сотовых поликарбонатных листов толщиной не менее 16 мм.

**В зависимости от формы** (в основном формы поперечного сечения) различают следующие типы световых (светоаэрационных) фонарей: *прямоугольный фонарь, трапецевидный фонарь, пилообразный (М-образный, шедовый) фонарь с вертикальным остеклением, пилообразный (М-образный, шедовый) фонарь с наклонным остеклением, точечный зенитный фонарь, фонарь в виде световой линии* и т. д.

На рисунке 1.7.14 показана классификация фонарей согласно источнику [15].

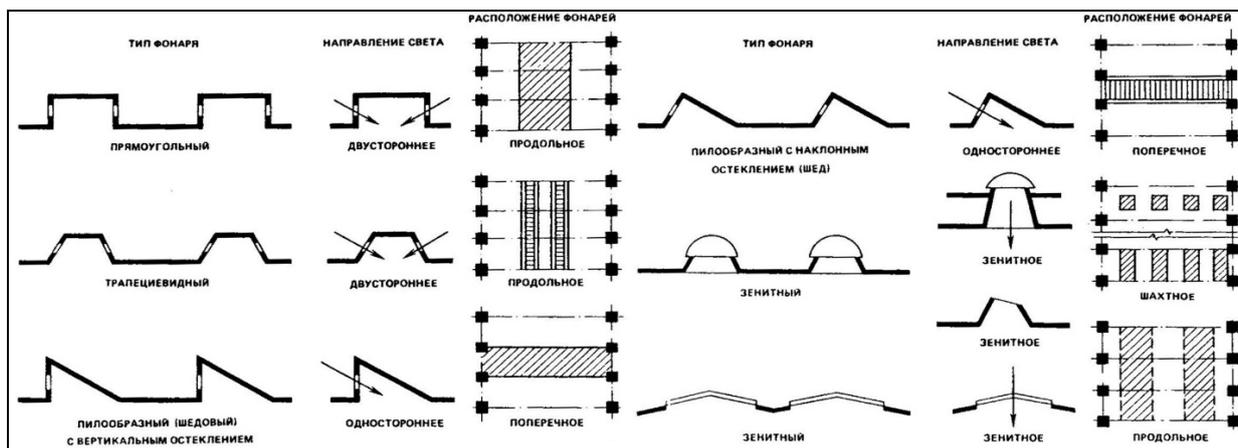


Рисунок 1.7.14 – Классификация световых фонарей

На рисунке 1.7.15 показан сводчатый (арочного очертания в поперечном сечении) фонарь, который можно считать также стеклянной крышей, являющейся частью атриума.

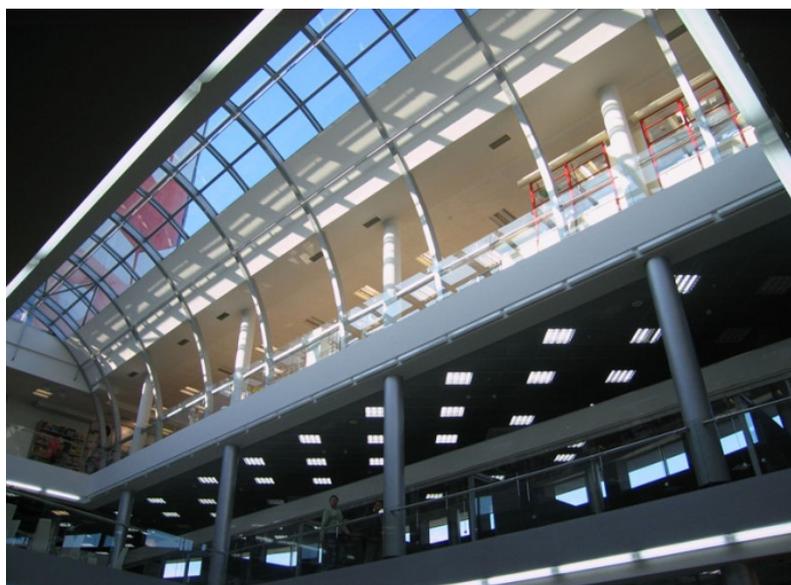


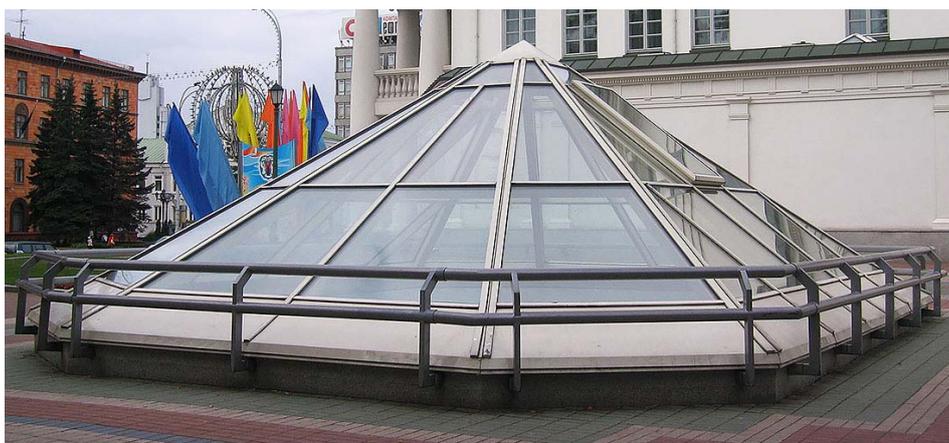
Рисунок 1.7.15 – Сводчатый фонарь бизнес-центра «Александров пассаж», г. Минск (фото Д. Д. Жукова)

На рисунке 1.7.16 показан треугольный фонарь общественного здания, который, как и показанный на рисунке 1.7.15, можно считать также стеклянной крышей, являющейся частью атриума.



*Рисунок 1.7.16 – Треугольный фонарь общественного здания в г. Алингсосе, Швеция (фото Д. Д. Жукова)*

На рисунке 1.7.17 показан пирамидальный светоаэрационный фонарь подземной части Минской ратуши. О том, что он несет в себе функцию вентиляции, можно судить по открывающейся створке.



*Рисунок 1.7.17 – Пирамидальный светоаэрационный фонарь подземной части Минской ратуши (фото Д. Д. Жукова)*

## **1.8. Крупнопанельные и объемно-блочные гражданские здания**

В данном разделе рассматриваются *бескаркасные крупнопанельные здания*.

На основе крупнопанельной конструктивно-технологической системы возводятся преимущественно *многоэтажные многоквартирные жилые здания* (рисунок 1.8.1).



Рисунок 1.8.1 – Крупнопанельные жилые дома производства ОАО «МАПИД»: 9-этажный с плоской крышей и теплым чердаком (слева) и 19-этажный во время строительства (справа), г. Минск (фото Д. Д. Жукова)

**Несущие остовы** крупнопанельных зданий состоят из несущих стеновых панелей, плит перекрытий и покрытия, а также некоторых других несущих элементов, **жестко связанных между собой**. Иными словами, это набор жестких в конструктивном и архитектурном смысле объемно-планировочных ячеек. Эта конструктивная сущность крупнопанельных зданий отражает их главный недостаток. В этих зданиях несущие и ограждающие функции сочетаются в одних и тех же конструктивных элементах.

Вместе с тем крупнопанельные здания имеют и очевидные *достоинства*: они высокотехнологичны, поэтому их можно возводить в очень сжатые сроки, а кроме того, они сравнительно недороги, в связи с чем даже их самые неудобные с точки зрения планировочных решений варианты могут быть широко востребованы, например, в сегменте арендного жилья.

Один из путей обеспечения конкурентоспособности бескаркасного крупнопанельного домостроения – сокращение потребления для их строительства бетона и железобетона, что возможно, в частности, при использовании крупного шага несущих стен.

При этом необходимо изучение и устаревших типов и серий крупнопанельных зданий, т. к. они обладают немалым сроком эксплуатации и периодически нуждаются в капитальном ремонте и реконструкции с перепланировкой.

Удачные примеры реновации многоэтажных жилых крупнопанельных зданий можно найти, например, в восточной части г. Берлина, Германия.

Существуют три **конструктивные системы** бескаркасных крупнопанельных зданий:

- *поперечно-стеновая*;
- *продольно-стеновая*;
- *перекрестно-стеновая*.

В зданиях **поперечно-стеновой системы** (рисунок 1.8.2) вертикальные нагрузки от перекрытий передаются на поперечные несущие стены, а плиты перекрытий (сплошные однослойные или многопустотные) работают преимущественно по балочной схеме с опиранием по двум противоположным сторонам.

*Пролеты плит перекрытий – малые (менее 4,5 м), средние (4,5–7,2 м) и крупные (более 7,2 м).* Это соответствует узкому, широкому и большому шагу несущих стен.

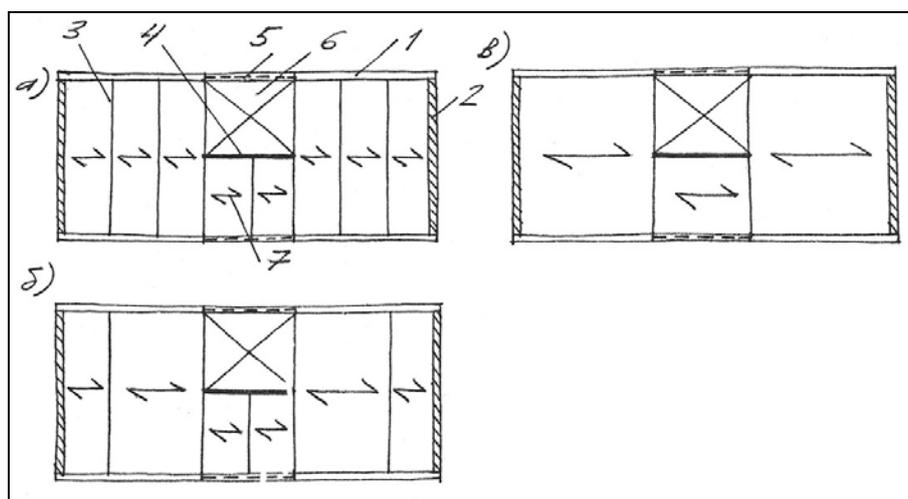


Рисунок 1.8.2 – Поперечно-стеновые конструктивные системы с перекрытиями:  
а – малопроектными, б – среднепроектными, в – крупнопроектными; 1 – наружная несущая стена, 2 – наружная несущая стена, 3 – внутренняя несущая стена, 4 – внутренняя стена жесткости, 5 – наружная стена жесткости, б – лестнично-лифтовой узел, 7 – стрелки, показывающие стороны плит, по которым они опираются на стены

В зданиях **продольно-стеновой системы** (рисунок 1.8.3) вертикальные нагрузки от перекрытий передаются на продольные несущие стены, а плиты перекрытий (сплошные однослойные или многопустотные) работают, как и в

случае поперечно-стеновой системы, преимущественно по балочной схеме с опиранием по двум противоположным сторонам.

*Пролеты плит перекрытий – малые (менее 4,5 м) для средней части «четырёхстенки», средние (6,0–7,2 м) и крупные (7,2–12,0 м).*

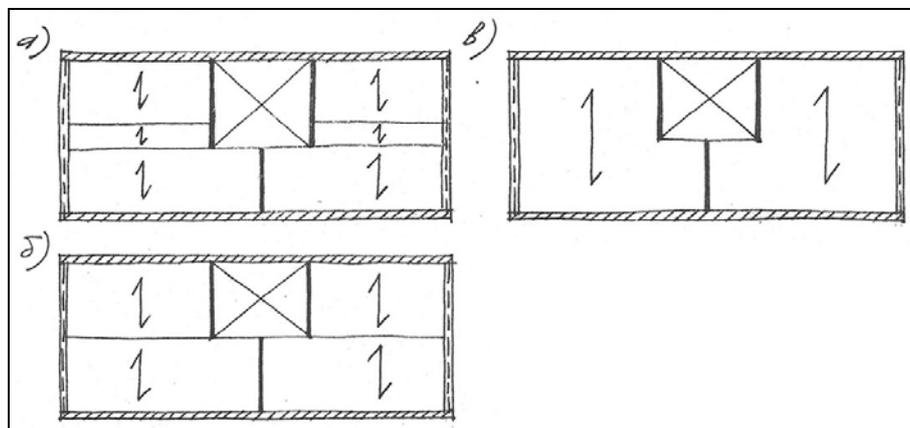


Рисунок 1.8.3 – Продольно-стеновые конструктивные системы с перекрытиями:  
а – мало- и среднепролетными («четырёхстенка»), б – среднепролетными («трехстенка»),  
в – крупнопролетными («двухстенка»)

В зданиях **перекрестно-стеновой системы** (рисунок 1.8.4) наружные стены могут быть несущими или ненесущими (поэтажно опертыми). В первом случае сплошные однослойные плиты перекрытия (гораздо реже в этой конструктивной системе встречаются многопустные плиты) опираются по четырем сторонам (по контуру), во втором случае – главным образом по трем сторонам. Такие здания по сравнению со зданиями поперечно-стеновой и продольно-стеновой конструктивной системы обладают самой высокой пространственной жесткостью.

*Пролеты плит перекрытий – малые (менее 4,5 м) и средние (6,0–7,2 м).*

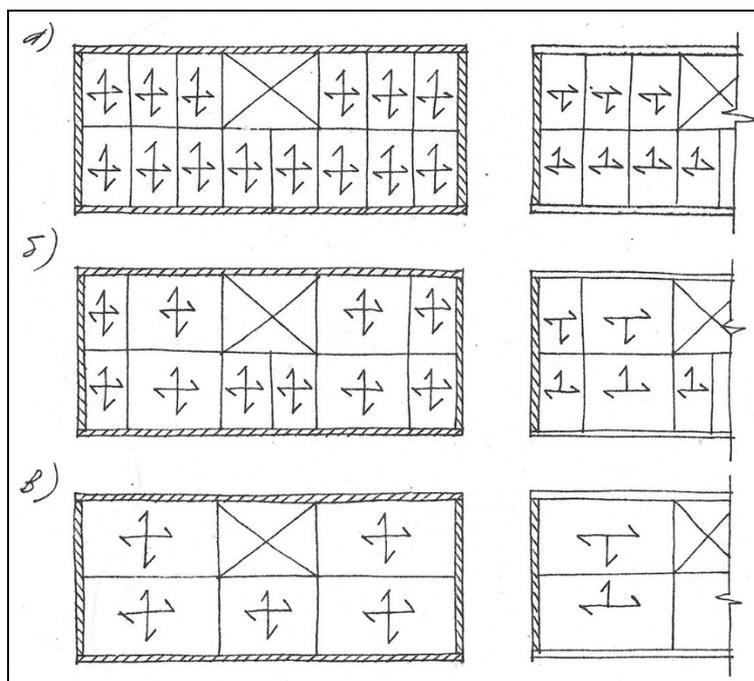


Рисунок 1.8.4 – Перекрестно-стеновые конструктивные системы с перекрытиями: а – малопроелетными, б – среднепроелетными, в – крупнопроелетными; справа показаны случаи опирания плит перекрытий по трем сторонам

Каждая из трех конструктивных систем имеет свои плюсы и минусы.

Например, *крупнопроелетная продольно-стеновая система* выгодно отличается от других почти максимально возможной свободой (гибкостью) планировки. В то же время вследствие больших нагрузок на продольные несущие стены этажность зданий этой системы не может быть высокой. Кроме того, длинные и тяжелые плиты перекрытий труднее перевозить и монтировать, чем плиты средних пролетов.

С конструктивной и технологической точки зрения почти идеальна *малопроелетная перекрестно-стеновая система*, но в архитектурном отношении она задает слишком жесткие ячейки небольших размеров и соответствующие квартиры быстро морально устаревают. Значит, в каждом конкретном случае следует выбирать оптимальный вариант.

**Крупная стеновая панель** по форме представляет собой пластину. Ее конструкция определяется в основном условиями эксплуатации (климатом и микроклиматом), технологическим оборудованием специализированных предприятий и применяемыми материалами, а размеры – объемно-планировочным

решением здания, его конструктивной системой, технологией изготовления, транспортировки и монтажа.

Следует стремиться к сокращению общей протяженности *межпанельных стыков* (швов) в здании, т. к. именно они представляют собой самые слабые места крупнопанельных зданий.

Различных вариантов *разрезов наружных стен на крупные панели* может быть много, однако внедрено в практику строительства их ограниченное количество. Основные из них показаны на рисунке 1.8.5. Такие разрезы используются как в случае бетонных, так и небетонных материалов. Не исключена комбинация в одном здании по крайней мере двух разных систем разрезки.

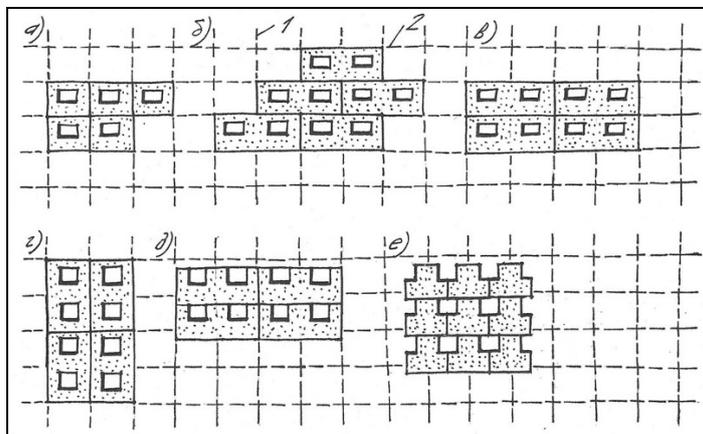


Рисунок 1.8.5 – Системы разрезки наружных стен на отдельные крупные панели; а – однорядная (панели с одним оконным проемом), б – однорядная с перевязкой вертикальных швов (панели с двумя оконными проемами), в – однорядная (панели с двумя оконными проемами), г – двухэтажная, д – Ш-образная, е – Т-образная образная опрокинутая; 1 – торцы внутренних несущих стен или перегородок, 2 – торцы перекрытий

Существует определенная логика в выборе системы разрезки. Так, для несущих стен многоэтажных зданий хороша однорядная разрезка без перевязки межпанельных швов. Все разрезы без исключения годятся для ненесущих стен. Ш-образная разрезка лучше всего подходит для самонесущих стен средней этажности.

Кроме изображенных на рисунке 1.8.5 плоских стен возводятся и *криволинейные* с повторяющими их форму стеновыми панелями. Но чаще всего стены сложной формы формируют из плоских панелей в виде *дискретной ломаной поверхности*, которая вписана в криволинейную.

С точки зрения тектоники при использовании любой системы разрезки наружные стеновые панели следует *четко, зримо разделять швами*, разделанными в глубину стыка с подрезкой.

Схемы фрагментов разрезов по наружным стенам крупнопанельных зданий условной горизонтальной и вертикальной плоскостью показаны на рисунке 1.8.6. Эти изображения отображают однорядную разрезку и дают ключ к более полному пониманию логики разработки систем разрезки наружных стен крупнопанельных зданий на отдельные панели.

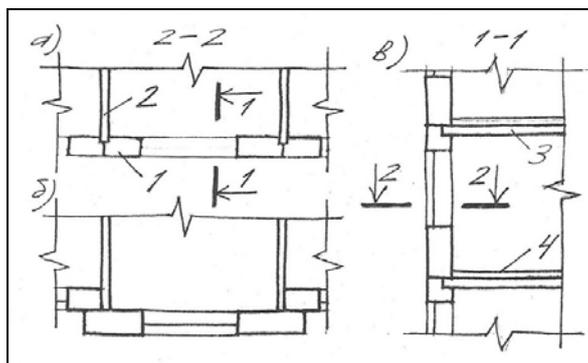


Рисунок 1.8.6 – Схемы фрагментов разрезов крупнопанельных зданий по наружным стенам; а, б – разрезы горизонтальной плоскостью, в – разрез вертикальной плоскостью; а – сопряжение наружных стеновых панелей встык, б – сопряжение наружных стеновых панелей внахлестку; 1 – наружная стеновая панель, 2 – внутренняя стеновая панель, 3 – плита перекрытия, 4 – уровень поверхности пола

**По назначению** крупные стеновые панели подразделяются на **наружные, внутренние** и **специальные**.

**Специальные панели**, являясь, например, несущими могут иметь вентиляционные каналы или содержать в себе электротехническое оборудование. Последние называют электропанелями, они устанавливаются, как правило, в лестнично-лифтовых узлах.

**По восприятию вертикальной нагрузки**, или характеру статической работы, крупные стеновые панели подразделяются на **несущие, самонесущие** и **ненесущие**.

**Самонесущие панели** применяются в зданиях не выше пяти этажей. Такие стены могут также использоваться внутри зданий как стены лифтовых шахт, вентиляционные блоки и другие конструктивные элементы с инженерным оборудованием.

*По количеству основных слоев* крупные стеновые панели подразделяются на однослойные и слоистые.

*Основные слои* – это все слои по толщине панели, в т. ч. слой (слои) теплозвукоизоляции, за вычетом защитно-декоративных и отделочных слоев, а также слоев из рулонных (пленочных) и тонколистовых материалов.

*Внутренние стеновые панели* являются, как правило, однослойными и изготавливаются преимущественно из тяжелого или легкого бетона, а *наружные* – слоистыми, чаще всего трехслойными, и изготавливаются преимущественно на основе указанного бетона.

Как и все другие основные конструктивные элементы крупнопанельных зданий, стеновые панели следует проектировать и конструировать *в строгом соответствии с правилами модульной координации размеров в строительстве*, понимая, что крупнопанельные здания, являясь высокотехнологичными строительными объектами, *особенно чувствительны к нарушениям этих правил*.

Можно выделить некоторые ***конструктивные решения наружных стеновых панелей***, которые позволяют обеспечить их нормативное сопротивление теплопередаче, равное в Беларуси  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , и существенно превысить его.

К таким панелям относятся в первую очередь следующие:

- *трехслойные панели с гибкими связями* (они широко распространены как в мире в целом, так и в Беларуси в частности);
- *составные панели на подвижных связях*;
- *трехслойные панели с фрикционными связями*;
- *панельные стены раздельной конструкции*;
- *легкобетонные панели с бетонным экраном на телескопических связях*.

Последние четыре конструкции на протяжении многих имеют статус экспериментальных, но в случае возрастания интереса к крупнопанельному домостроению, что не исключено применительно к «чисто» стеновой конструктивной системе зданий при использовании перспективных вариантов ее продольно-стенового подтипа, вполне могут найти широкое применение.

На рисунке 1.8.7 показана **трехслойная панель с гибкими связями**. Их бетонные слои выполняются из тяжелого или легкого бетона, гибкие связи – из коррозиестойчивой стали или стеклопластиковой арматуры. В качестве утеплителя используются плиты из минеральной (каменной) ваты или (и) пенополистирола. Данные панели бывают несущими и ненесущими (позтажно опертыми). Вторые лучше по теплотехническим характеристикам.

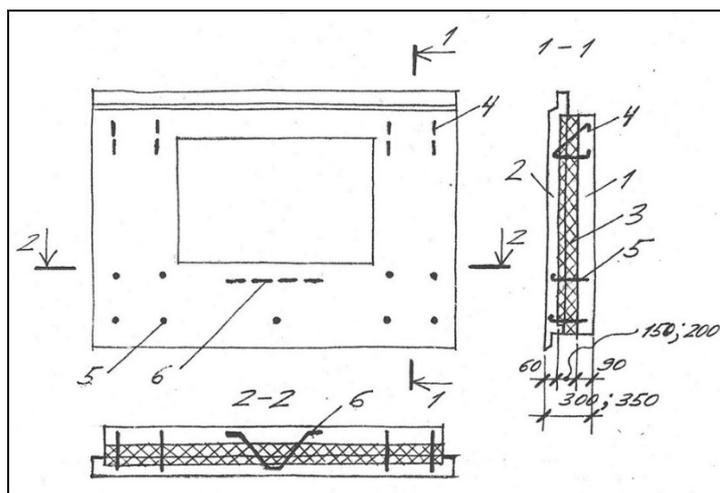


Рисунок 1.8.7 – Принципиальное конструктивное решение крупной наружной трехслойной стеновой панели с гибкими связями; 1 – внутренний бетонный слой, 2 – наружный бетонный слой, 3 – эффективный утеплитель, 4 – связь-подвеска, 5 – связь-распорка, 6 – связь-подкос; армирование бетонных слоев условно не показано

На рисунке 1.8.8 показана **составная трехслойная панель на подвижных связях**. Такие панели сухой сборки собирают из двух предварительно изготовленных половин-скорлуп, и в собранную конструкцию, например, нагнетают вспенивающуюся теплоизоляцию. Подобные панели могут иметь самые высокие значения сопротивления теплопередаче.

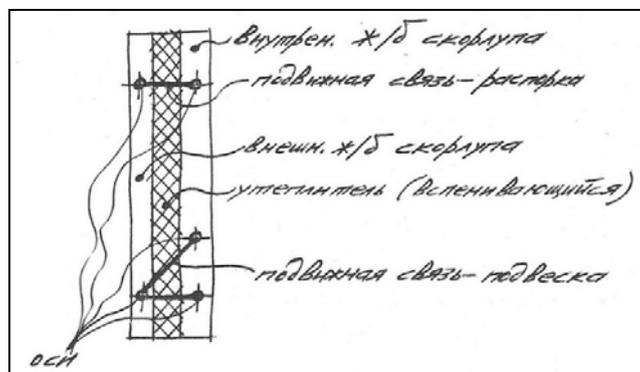


Рисунок 1.8.8 – Принципиальное конструктивное решение (разрез вертикальной плоскостью) составной крупной наружной трехслойной панели на подвижных связях

На рисунке 1.8.9 показана **трехслойная панель с фрикционными связями**. Отличительные элементы таких панелей, которые тоже могут иметь самые высокие значения сопротивления теплопередаче, – наружная и внутренняя ребристые фибробетонные или стеклофибробетонные скорлупы.

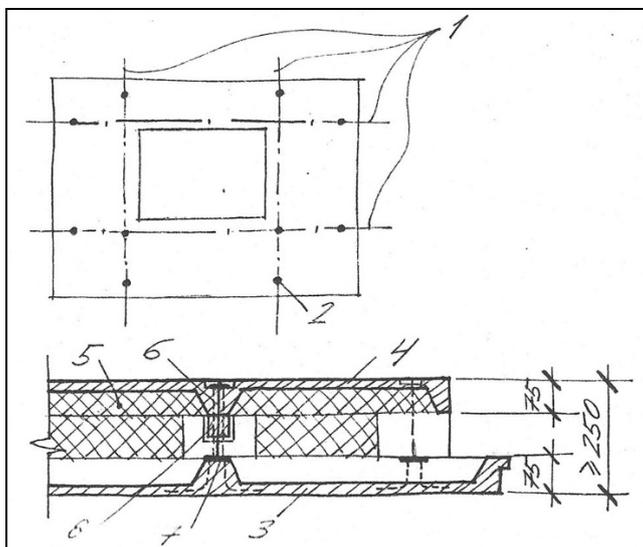


Рисунок 1.8.9 – Принципиальное конструктивное решение крупной наружной трехслойной панели с фрикционными связями; 1 – оси внутренних ребер скорлуп, 2 – фрикционная связь, 3 – наружная фибробетонная или стеклофибробетонная скорлупа, 4 – внутренняя фибробетонная или стеклофибробетонная скорлупа, 5 – эффективный утеплитель, 6 – стяжной болт, 7 – стальная закладная деталь, 8 – сравнительно нежесткая прокладка

На рисунке 1.8.10 показана **условно трехслойная крупнопанельная стена раздельной конструкции**. По сравнению с другими панелями, панели раздельной конструкции позволяют, в частности, устраивать стыки с двойной герметизацией, перекрытые эффективной теплоизоляцией неизменной для всей стены толщины, а также самые разные варианты наружной отделки стен.

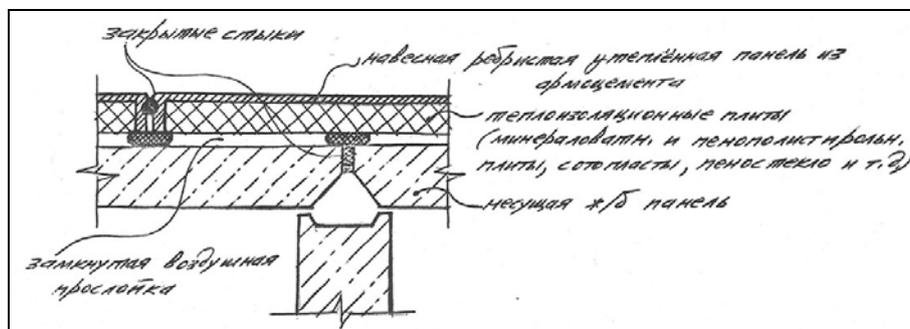


Рисунок 1.8.10 – Принципиальное конструктивное решение трехслойной крупнопанельной стены раздельной конструкции в разрезе горизонтальной плоскостью

На рисунке 1.8.11 показана **легкобетонная панель с бетонным экраном на телескопических связях**. В случае таких панелей нет протечек через меж-

панельные стыки и исключается появление при косых дождях пленочной воды на поверхности основной (внутренней) части данной двойной панели. Возможен вариант введения эффективной теплоизоляции в ее конструкцию.

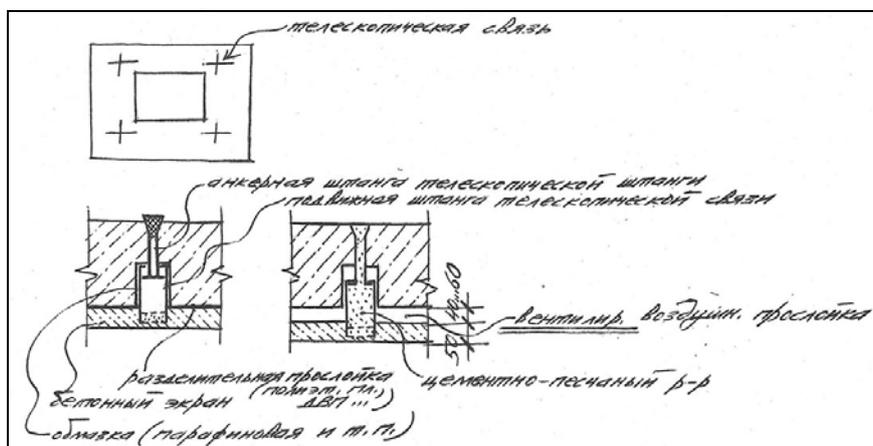


Рисунок 1.8.11 – Принципиальное конструктивное решение крупной легковесной панели с бетонным экраном на телескопических связях

Наружные стеновые панели могут быть с контурным оребрением, которое позволяет вынести за внешнюю плоскость стены устье стыка. При этом в стыках не нарушается толщина и целостность эффективной теплоизоляции стены.

**Внутренние несущие стеновые панели** изготавливаются из тяжелого или легкого бетона. Толщина последних может достигать 200 мм и более, если они являются межквартирными перегородками.

Внутренние стеновые панели могут иметь один или два дверных проема, не исключены широкие (до 4,2 м и более) арочные проемы (рисунок 1.8.12). Но т. к. панели с такими проемами делают здание дороже, панели с ними экономически целесообразно применять на первых нежилых этажах жилых зданий или на всех этажах в целом общественных (административных) зданий.

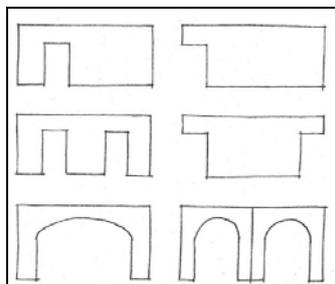


Рисунок 1.8.12 – Варианты размещения проемов во внутренних стеновых панелях

Во внутренних стеновых панелях устраивают каналы для скрытой сменяемой *электропроводки* или применяют для *электропроводки* специальные пластиковые трубки, укладываемые в заводские формы до бетонирования панелей. Используются также варианты, когда: а) *электропроводка* прокладывается за пластмассовыми плинтусами и дверными наличниками специальной конструкции; б) *электропроводку* размещают в канавках, вырезанных в панелях ручным электрорезом с алмазным диском, после чего канавки заделываются быстротвердеющей шпатлевкой.

*Сопряжения конструктивных элементов* крупнопанельных домов являются сложными системами взаимосвязи панелей (вертикальных элементов) и плит (горизонтальных элементов). Сопряжения конструктивно обеспечивают передачу усилий, изолирующие свойства и связи между сборными элементами.

В более узком смысле места сопряжения плит и панелей называют *стыками*.

По расположению стыки подразделяются на *горизонтальные* и *вертикальные*.

По форме *горизонтальные стыки* подразделяются на *плоские, с водозащитным гребнем и внахлестку, вертикальные стыки* – с *фигурными торцами панелей и внахлестку*.

По устройству устья стыки подразделяются на *закрытые, дренированные* и *открытые*.

Принципиальное конструктивное решение (возможный вариант) сопряжения стеновых панелей (двух наружных, одной внутренней) и плиты междуэтажного перекрытия показано на рисунке 1.8.13. Что касается теплоизоляции, то в ее качестве минеральная вата и пенополистирол используются, как правило, по раздельности. При этом толщина наружной стеновой панели может быть больше 300 мм, с тем чтобы ее сопротивление теплопередаче отвечало требованиям к ограждающим конструкциям здания с низким энергопотреблением.

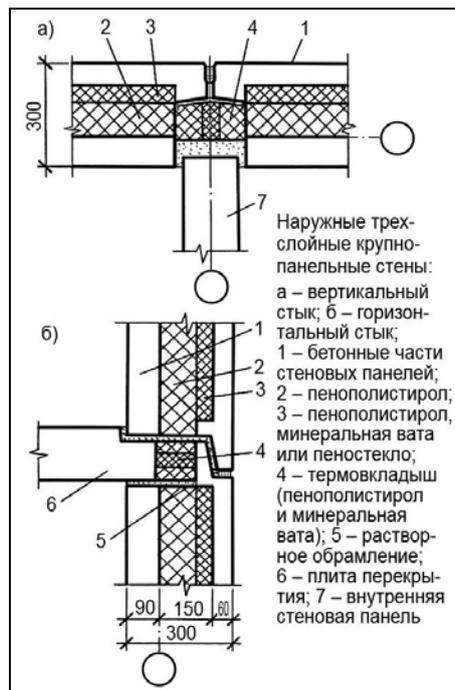


Рисунок 1.8.13 – Принципиальное конструктивное решение сопряжения стеновых панелей и плиты междуэтажного перекрытия

**Стыковые соединения** наружных стеновых панелей бывают, в частности, типа «петля – скоба», сварными, болтовыми, замкового типа. Соответствующим образом выполняются другие стыковые соединения крупнопанельного здания.

На рисунке 1.8.14 показан план типового этажа, а на рисунке 1.8.15 – план несущих конструкций междуэтажного перекрытия 12-этажного жилого крупнопанельного здания перекрестно-стеновой конструктивной системы одной из минских серий. Наружные стеновые панели в этом здании ненесущие (поэтажно опертые), большая часть вертикальных стыков – внахлестку.

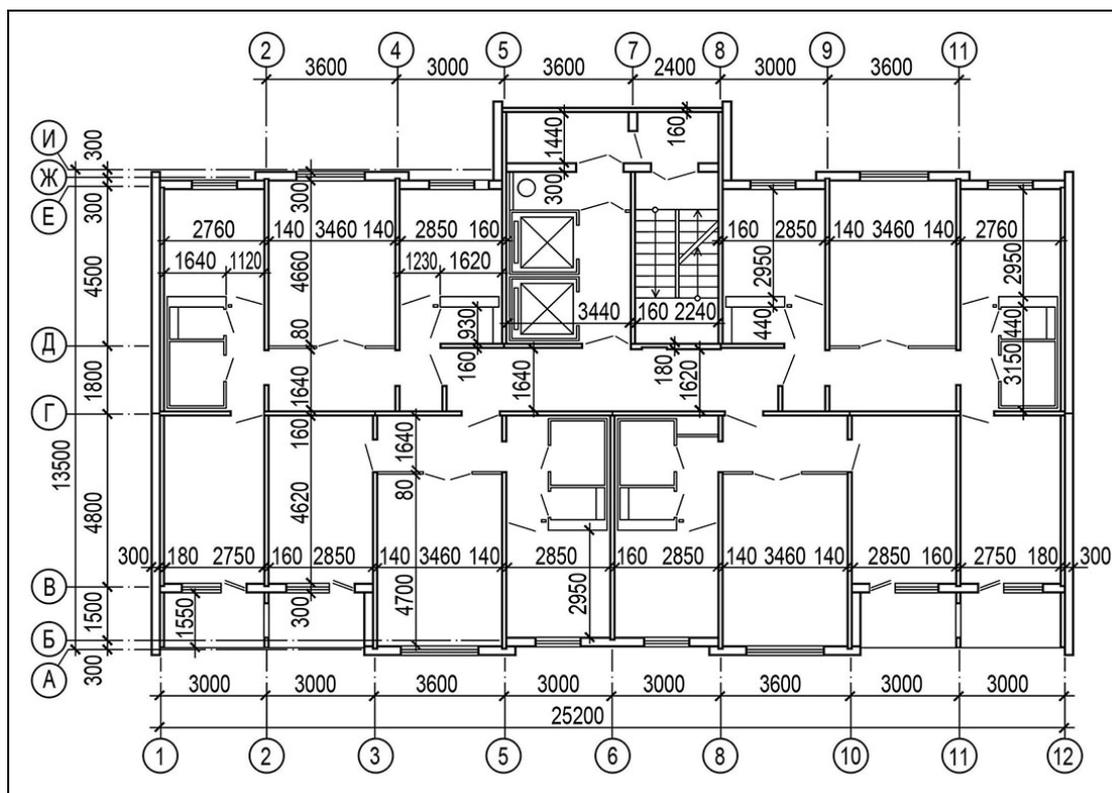


Рисунок 1.8.14 – План типового этажа 12-этажного жилого крупнопанельного здания перекрестно-стеновой конструктивной системы с ненесущими (поэтажно опертыми) наружными стеновыми панелями

Интересен опыт в области крупнопанельного домостроения литовской компании «Бетоника» (Betonika), которая входит в состав международного концерна «Консолис» (Consolis). Слоистые крупные наружные стеновые панели компании Betonika состоят из двух бетонных слоев, между которыми располагается эффективная теплоизоляция толщиной 50–300 мм (рисунок 1.8.16). Наружный слой, толщина которого достигает 60–80 мм, зачастую выполняется из декоративного бетона. Внутренний несущий или ненесущий слой толщиной 100–150 мм – из серого бетона. Наружный слой соединяется с внутренним через гибкие связи из нержавеющей стали. Максимальные размеры наружных стеновых панелей: длина – 12 м, высота – 3,8 м. Но, как правило, их длина не превышает 7,5 м.

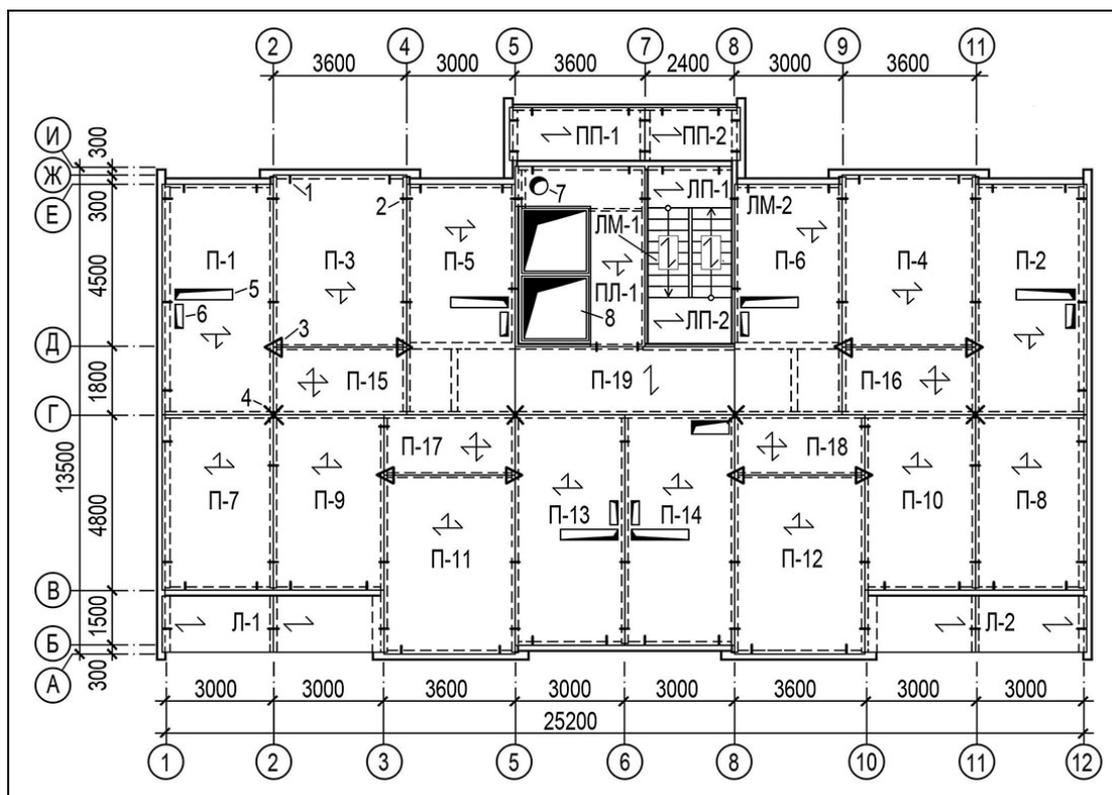


Рисунок 1.8.15 – План несущих конструкций междуэтажного перекрытия здания, план типового этажа которого показан на рисунке 1.8.14

Что касается наружной отделки панелей, компания «Бетоника» предлагает декоративный бетон, архитектурные панели, отделку «Рекли» (Reckli) и графический бетон. Архитектурные панели могут иметь вид, например, кирпичной кладки, отшлифованного мрамора или гранита. Отделка Reckli реализуется при изготовлении панелей за счет специальных профилированных опалубочных форм (рисунок 1.8.16). Технология графического бетона позволяет переносить на бетон сложные изображения, в т. ч. фотографии.



Рисунок 1.8.16 – Примеры крупной стеновой панели и отделки «Рекли» (компания Ветоніка, Литва)

**Крыши** крупнопанельных зданий бывают *плоскими чердачными* (с холодным, теплым или открытым чердаком) с рулонной кровлей, *совмещенными* с рулонной кровлей и *скатными* при наличии мансардного этажа. Мансардный этаж может быть добавлен к существующему зданию в процессе его модернизации (реконструкции).

**Объемно-блочные здания** на основе монолитных бетонных объемных блоков возводятся быстрее крупнопанельных и могут иметь по сравнению с ними более качественную внутреннюю отделку, т. к. она выполняется в заводских условиях. На рисунке 1.8.17 показаны изображения, относящиеся к серии жилых домов из объемных блоков – 3А-ОПБ, возводимых ОАО «Минский домостроительный комбинат».

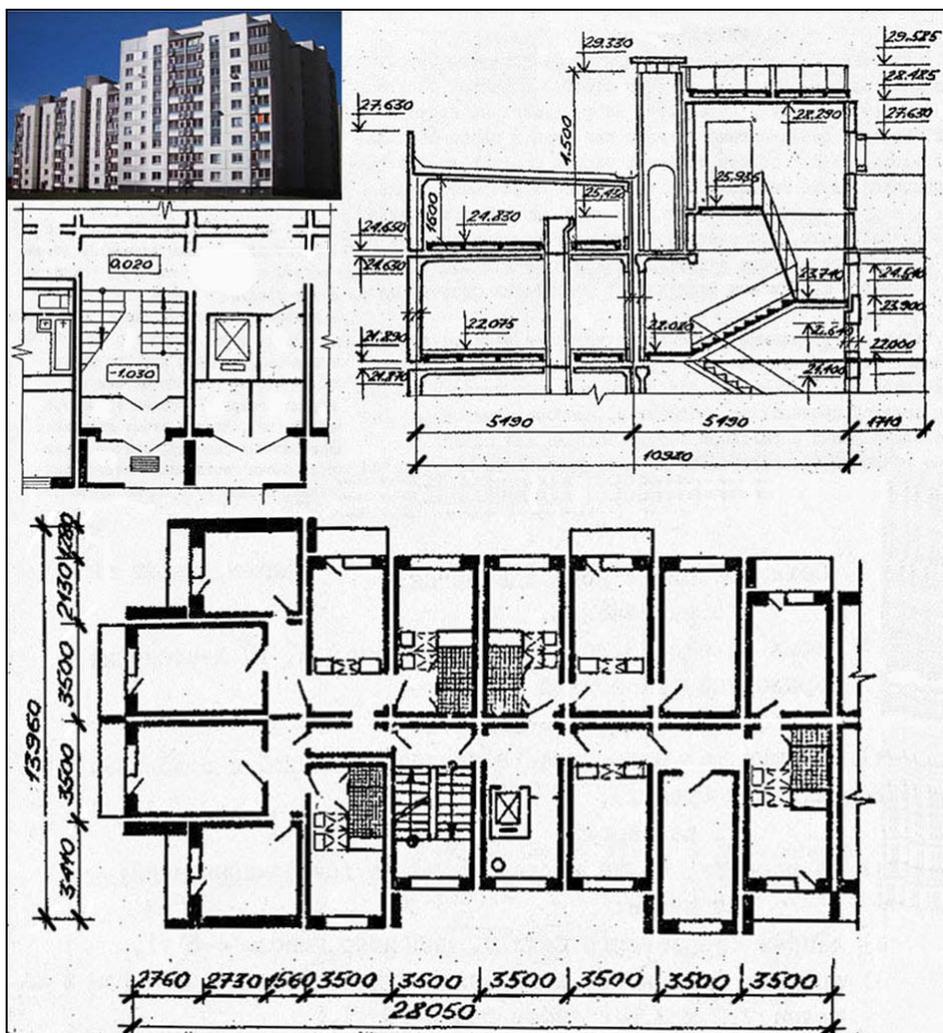


Рисунок 1.8.17 – Объемно-блочный дом серии 3А-ОПБ, г. Минск

Но указанные *достоинства*, как показала практика, сполна не компенсируют *недостатки* объемно-блочных зданий. К их *главным недостаткам* можно отнести трудно разрешимые проблемы технологии изготовления всех видов монолитных объемных блоков, сложность их транспортировки и монтажа, а также ограниченные архитектурно-планировочные возможности. Поэтому объемно-блочные здания по совокупности свойств уступают крупнопанельным и строятся реже их.

Вместе с тем в Беларуси построено большое количество многоэтажных жилых объемно-блочных зданий, которые по прошествии определенных периодов времени должны претерпевать капитальный ремонт и, возможно, реконструкцию с частичной перепланировкой. Значит, они интересны будущим дизайнерам предметно-пространственной среды хотя бы с этой точки зрения, не говоря уже о том, что в случае выполнения указанными дизайнерами проектов интерьеров квартир в объемно-блочных домах им не помешает знать конструктивные особенности таких объектов.

Различают следующие *конструктивные системы объемно-блочных зданий*: «чисто» объемно-блочную, объемно-блочно-стеновую, каркасно-объемно-блочную и объемно-блочно-ствольную.

*«Чисто» объемно-блочная система* (рисунок 1.8.18) отличается тем, что в ее случае несущие объемные блоки, будучи установленными друг на друга, образуют столбы, конструктивно объединенные между собой. При этом могут быть объемные блоки размером от комнаты (блок-комнаты) до квартиры (блок-квартиры).

*Объемно-блочно-стенная система* отличается тем, что несущие объемные блоки чередуются в разнообразных сочетаниях с крупными панелями и плитами. При этом в крупнопанельной части находятся помещения большей площади, нежели в объемных блоках, а помещения последних являются более сложными в инженерном отношении (это в первую очередь кухни и санузлы).

*Каркасно-объемно-блочная система* отличается тем, что в каркасный несущий остов здания интегрируются легкие объемные блоки массой не более

5 т. Такая предельная масса характерна для сборных элементов крупнопанельных домов.

**Объемно-блочно-ствольная система** (рисунок 1.18.19) отличается тем, что на ствол, в котором располагаются вертикальные коммуникации (лестницы, лифты и т. д.) опираются через принадлежащие стволу платформы, консольно или иным образом объемные блоки.

Сами **объемные блоки** классифицируются:

– **по назначению:** объемные блоки жилых помещений, санитарно-кухонные, лестничные или лестничных клеток, коридорные, лоджий, эркеров и др.;

– **по конструкции:** каркасные, бескаркасные;

– **по технологии изготовления:** монолитные, сборные;

– **по несущей способности:** несущие, ненесущие;

– **по материалу:** бетонные (в любом случае плита пола и другие части бетонного объемного блока содержат рабочую арматуру), небетонные;

– **по размерам:** на часть помещения, на помещение или комнату, на квартиру, на группу помещений;

– **по массе:** легкие (до 5 т), средние (до 20–25 т), тяжелые (до 80–100 т).

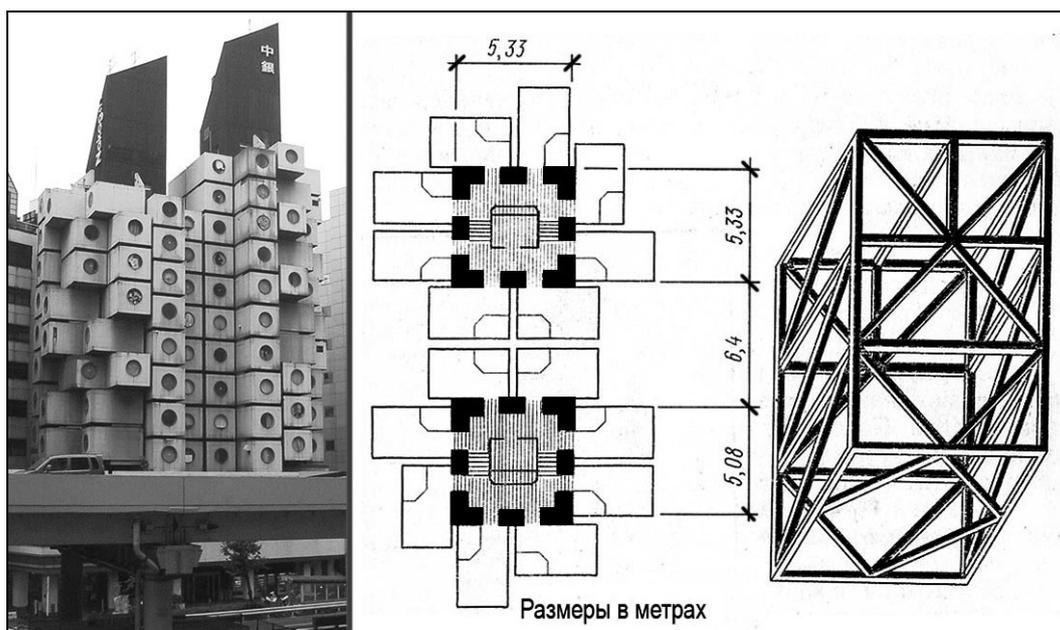


Рисунок 1.18.19 – Башня Накагин в г. Токио, Япония; объемные блоки – небетонные консольные со стальным каркасом, стволы – с обетонированным стальным каркасом [16, рис. IX.25 и IX.26]

Монолитные объемные блоки **по конструктивно-технологическому решению** подразделяются на объемные блоки типа «колпак», «стакан», «лежащий стакан» и «труба» (рисунок 1.18.20).

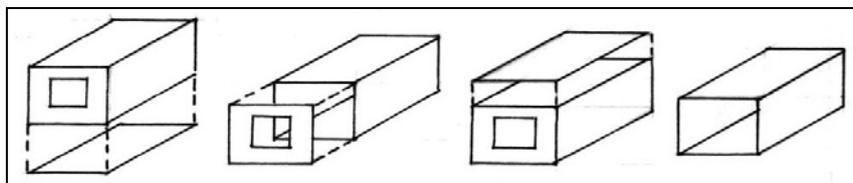


Рисунок 1.18.20. Схематические изображения монолитных объемных блоков; слева направо – «колпак», «стакан», «лежащий стакан» и «труба»

Объемные блоки могут *передавать нагрузку друг на друга* линейным образом через две длинные противоположные стены или через все стены (это **плоское опирание**) либо точечным образом по углам (это **угловое опирание**).

Характерным конструктивным и интерьерным элементом объемного блока типа «колпак» при угловом опирании является **вут** – утолщение блока в углах, которое можно рассматривать как своеобразную колонну (рисунок 1.18.21).

Положительным моментом в отношении обеспечения **звукоизоляции** между помещениями (комнатами) и квартирами в домах из объемных блоков типа «колпак», «стакан» и «лежащий стакан» является тот факт, что *внутренние ограждающие конструкции в таких домах являются двойными с воздушными промежутками* между бетонными (железобетонными) элементами, принадлежащими смежным блокам.

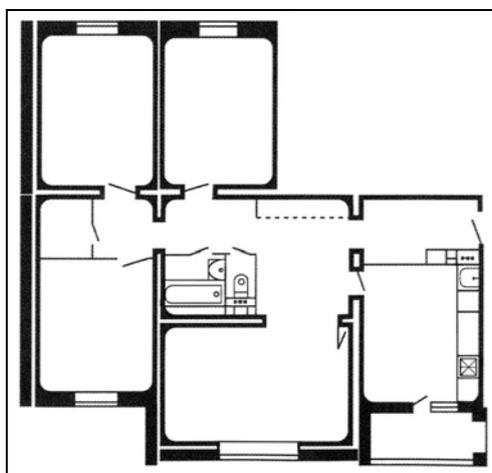


Рисунок 1.18.21 – План 4-комнатной квартиры в многоэтажном объемно-блочном здании, г. Минск

*Наружные стены объемно-блочных зданий* из монолитных объемных блоков схожи с наружными стенами крупнопанельных зданий. Как в некотором роде своеобразные можно выделить конструкцию с *приставной двухслойной панелью*, имеющей наружный слой из бетона, за которым находится эффективная теплоизоляция.

Строительство зданий из монолитных объемных блоков возможно лишь в определенных условиях – например, при наличии построенных во времена бума массового возведения многоэтажного жилья из сборного бетона и железобетона специализированных предприятий объемно-блочного домостроения. Разумеется, конкурентоспособность указанных зданий в значительной степени определяется технологическим уровнем производства, транспортировки и монтажа объемных блоков.

Перспективный (пока больше с теоретической, нежели с практической точки зрения) путь развития объемно-блочного домостроения – использование *сборных бетонных объемных блоков и объемных блоков из небетонных материалов, которые могут применяться и вместе с бетоном.*

Среди самых интересных примеров из зарубежной практики объемно-блочного домостроения, опровергающих, как и башня Накагин (рисунок 1.18.19), архитектурную ущербность объемно-блочных зданий, – экспериментальный жилой комплекс Habitat 67 в г. Монреале, Канада (рисунок 1.18.22).



Рисунок 1.18.22 – Жилой комплекс Habitat 67 в г. Монреале, Канада  
([http://en.wikipedia.org/wiki/File:Habitat\\_panorama.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Habitat_panorama.jpg))

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

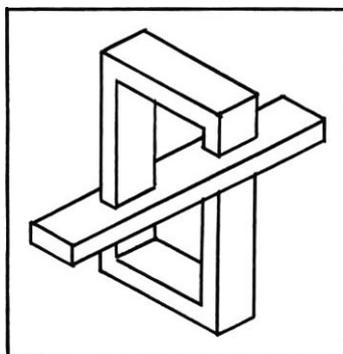
### 2.1. Практикум по безрасчетному конструированию гражданских зданий

#### ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий практикум является обновленной версией источника [17].

В ходе выполнения восьми практических работ студенты осваивают основные правила оформления архитектурно-строительных чертежей, профессиональную терминологию и приобретают начальные навыки в области безрасчетного конструирования малоэтажных гражданских зданий со стенами ручной кладки и скатными крышами. Оптимальный объем материала практикума позволяет выполнить каждую работу по любому из вариантов без привлечения дополнительных источников информации. Размеры даны в миллиметрах.

#### 2.1.1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1: «ПРИВЯЗКИ»



**ЗАДАНИЕ:** начертить в масштабе 1:100 план несущих конструкций перекрытия над 1-м этажом двухэтажного жилого дома, показав привязки стен к координационным осям.

#### ПОЯСНЕНИЯ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПРИМЕРЫ

Правила привязки стен к осям зависят как от конструктивной системы здания и толщины внутренних и несущего слоя наружных стен, так и от длины опирания перекрытий на стены. Геометрические оси внутренних стен совме-

щаются (за исключением отдельных случаев стен лестничных клеток, стен с вентиляционными каналами и т. д.) с координационными осями. В зависимости от расположения несущих конструкций перекрытий (здесь предполагается, что именно они определяют привязки стен, хотя последние могут зависеть и от конструкции покрытия) наружные стены имеют либо «нулевую привязку» (рисунок 1.3 – правое положение оси 1), либо привязку, при которой внутренняя грань стены смещена в сторону расположения перекрытий на величину глубины заделки перекрытий в стену (для плоских монолитных железобетонных перекрытий она должна быть равна минимум толщине перекрытия) и конструктивного зазора (обычно 10 мм). На рисунках 1.3 и 1.5 показаны примеры опирания на несущие стены и примыкания к самонесущим перекрытий с несущей частью из многопустотных плит и железобетонных балок соответственно. Принято, что толщина монолитных перекрытий – 120 мм. Варианты исходных данных для случаев монолитных перекрытий приведены в таблице 1.3. Рисунки 1.1, 1.2 и 1.4 относятся соответственно к таблицам 1.1, 1.2 и 1.3.

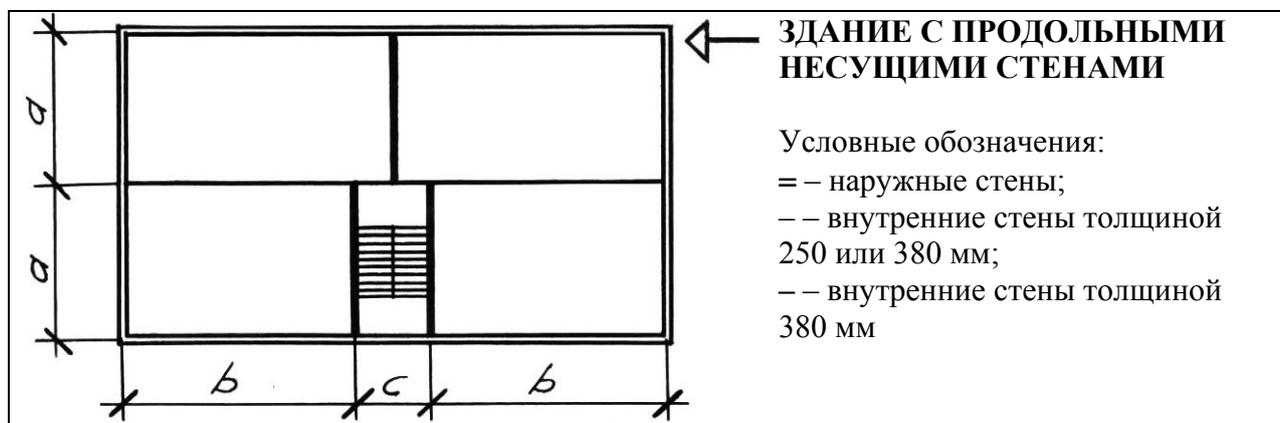


Рисунок 1.1 – Схема плана здания с продольными несущими стенами

**Таблица 1.1 – Варианты исходных данных 1–18**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	6000	•			•			•			•			•			•		
	6300		•			•			•			•			■			•	
	6600			•			•			•			•			•			•
b	7400	•				•				•	•				■				•
	8100		•		•		•					•		•			•		
	8800			•				•	•				•				•	•	
c	2600	•					•	•					•				•		
	2700		•			•			•			•		•			•		•
	2800			•	•					•	•				■				•
Нес. констр. перекрытия	МПП										•	•	•	•	■	•	•	•	•
	ЖББ	•	•	•	•	•	•	•	•	•									
Расстояние между ЖББ	600	•		•		•		•		•									
	900		•		•		•		•										
Ширина МПП	1200										•		•		■		•		•
	1500											•		•		•		•	
Толщина наружных стен	510	•	•			•	•			•	•			•	■			•	•
	640			•	•				•	•			•	•			•	•	

Сокращения в таблице 1.1: Нес. констр. – несущие конструкции; МПП – сборные железобетонные многпустотные плиты; ЖББ – сборные железобетонные балки

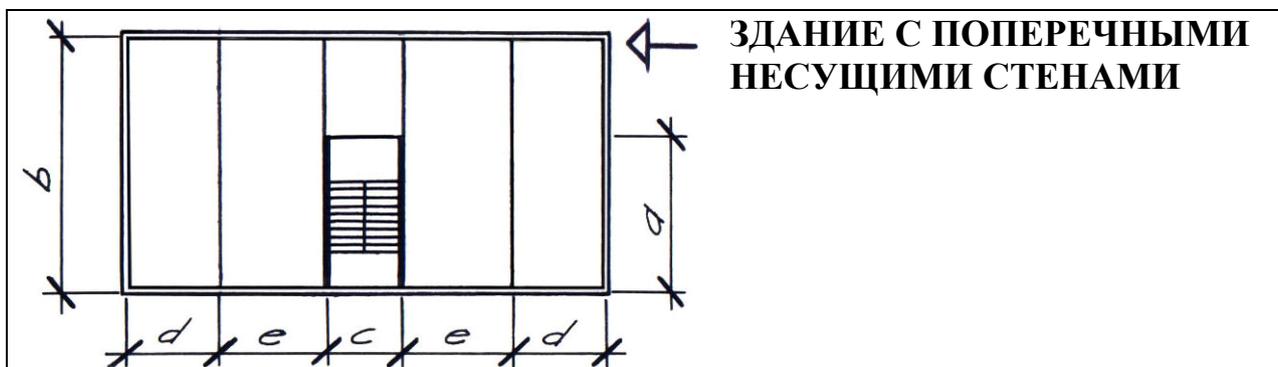


Рисунок 1.2 – Схема плана здания с поперечными несущими стенами

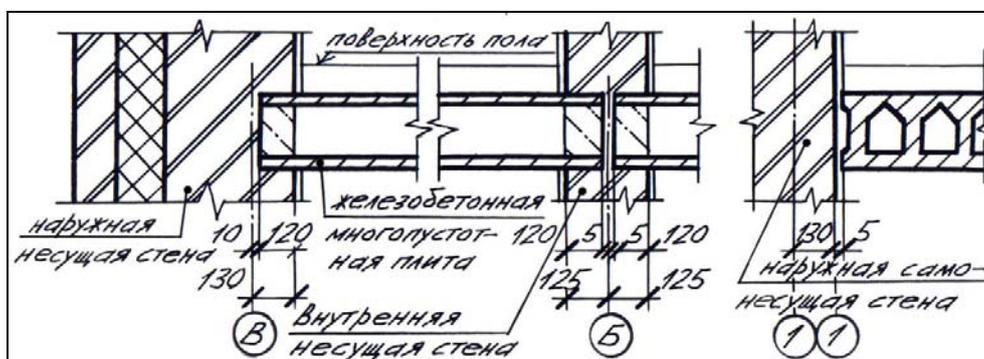


Рисунок 1.3 – Привязки в случае междуэтажного перекрытия из сборных многпустотных железобетонных плит

**Таблица 1.2 – Варианты исходных данных 19–36**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
a	5400	•			•			•			•			•			•		
	6000		•			•			•			•			•			■	
	6300			•			•			•			•			•			•
b	9400	•				•				•	•				•				•
	10000		•		•		•					•		•		•			
	11000			•				•	•				•				•	■	
c	2600	•					•	•					•				•		
	2700		•			•			•			•		•		•		■	
	2800			•	•					•	•				•				•
d	3300	•		•		•		•		•		•		•		•		■	
	3600		•		•		•		•		•		•		•		•		•
e	3600	•	•			•	•			•	•			•	•			■	•
	4200			•	•			•	•			•	•			•	•		
Нес. констр. перекрытия	МПП	•	•	•	•	•	•	•	•	•									
	ЖББ										•	•	•	•	•	•	•	•	•
Расстояние между ЖББ	800										•	•	•	•	•	•	•	•	•
	1000											•	•	•	•	•	•	■	
Ширина МПП	1200	•		•		•		•		•									
	1500		•		•		•		•										
Толщина наружных стен	510	•	•			•	•			•	•			•	•			■	•
	640			•	•			•	•			•	•			•	•		

Сокращения в таблице 1.2: Нес. констр. – несущие конструкции; МПП – сборные железобетонные многопустотные плиты; ЖББ – сборные железобетонные балки

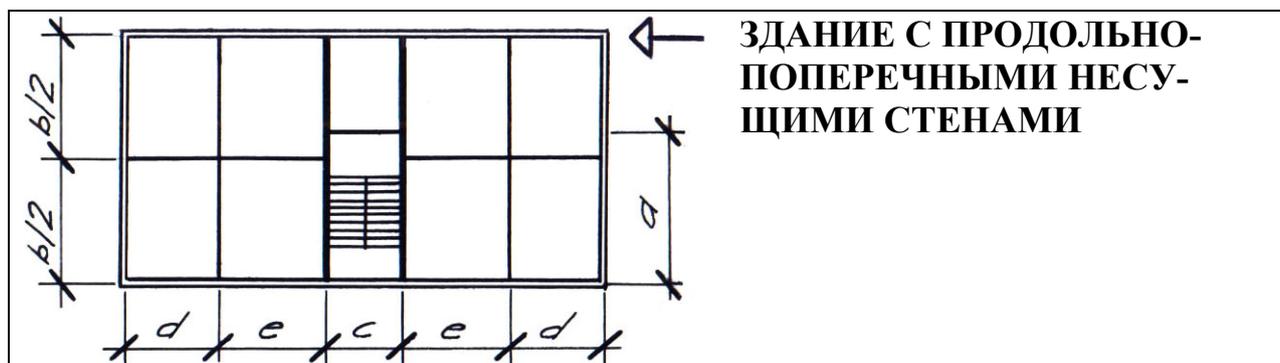


Рисунок 1.4 – Схема плана здания с продольно-поперечными стенами

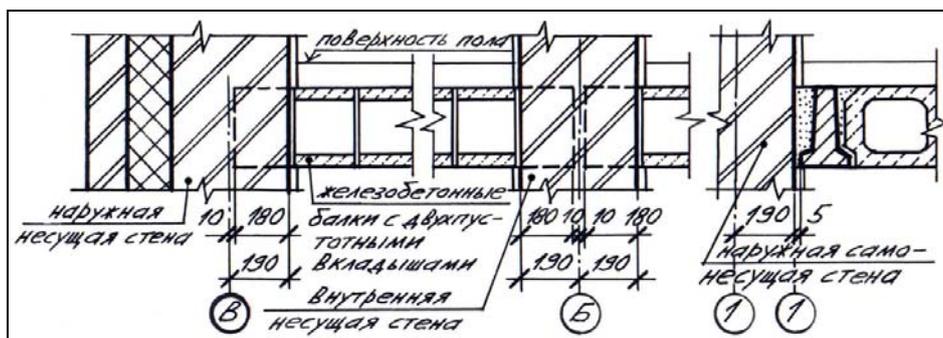


Рисунок 1.5 – Привязки в случае междуэтажного перекрытия из сборных железобетонных балок и двухпустотных легковесных вкладышей

**Таблица 1.3 – Варианты исходных данных 37–54**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	37	38	39	40	41	42	43	44	45	45	47	48	49	50	51	52	53	54
a	5600	•			•			•			•			•			•		
	5900		•			•			•			•			•			•	
	6200			■			•			•		•				•			•
b	9600	•				•				•	•				•				•
	10400		•			•						•		•		•			
	11400			■				•	•				•				•	•	
c	2600	•					•	•					•				•		
	2700		•			•			•			•		•			•		•
	2800			■	•					•	•				•				•
d	3500	•		■		•		•		•		•		•		•		•	
	3800		•		•		•		•		•		•		•		•		•
e	3900	•	•			•	•			•	•			•	•			•	•
	4400			■	•			•	•			•	•			•	•		
Толщина наружных стен	510	•		■		•		•		•		•		•		•		•	

Примеры выполнения практической работы № 1 показаны на рисунках 1.6–1.8.

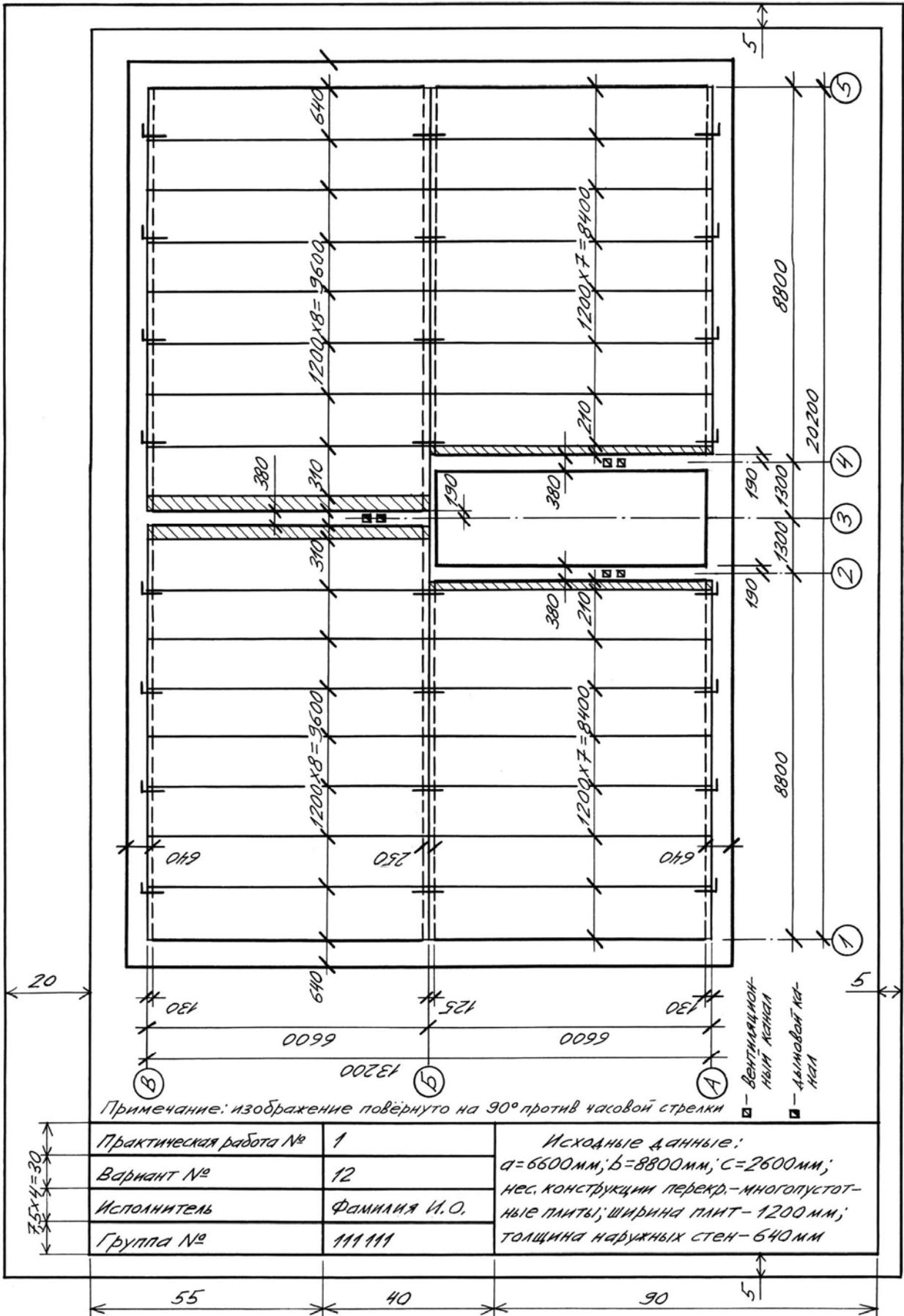


Рисунок 1.6 – Пример выполнения практической работы № 1 (вариант 12)

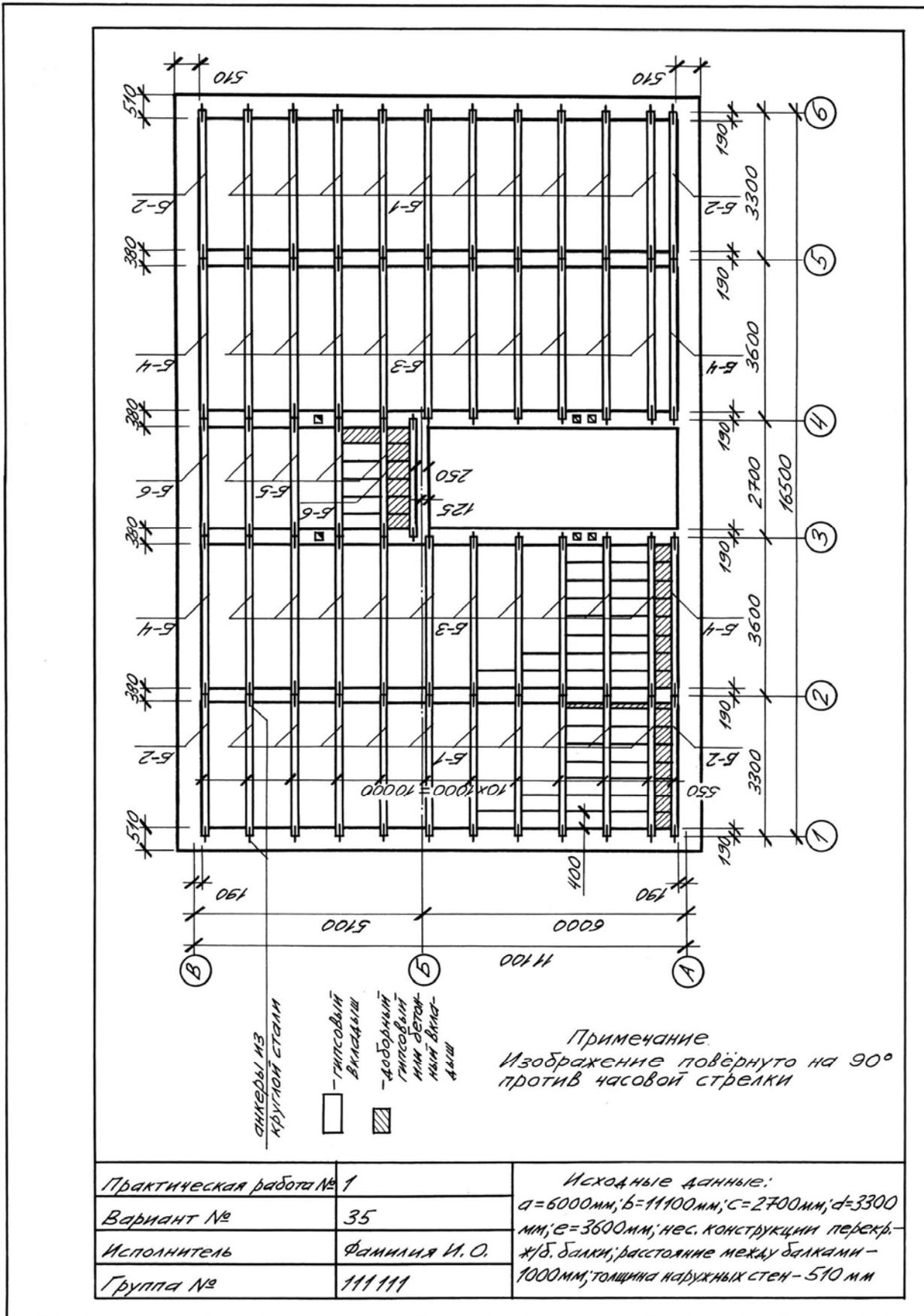


Рисунок 1.7 – Пример выполнения практической работы № 1 (вариант 35)

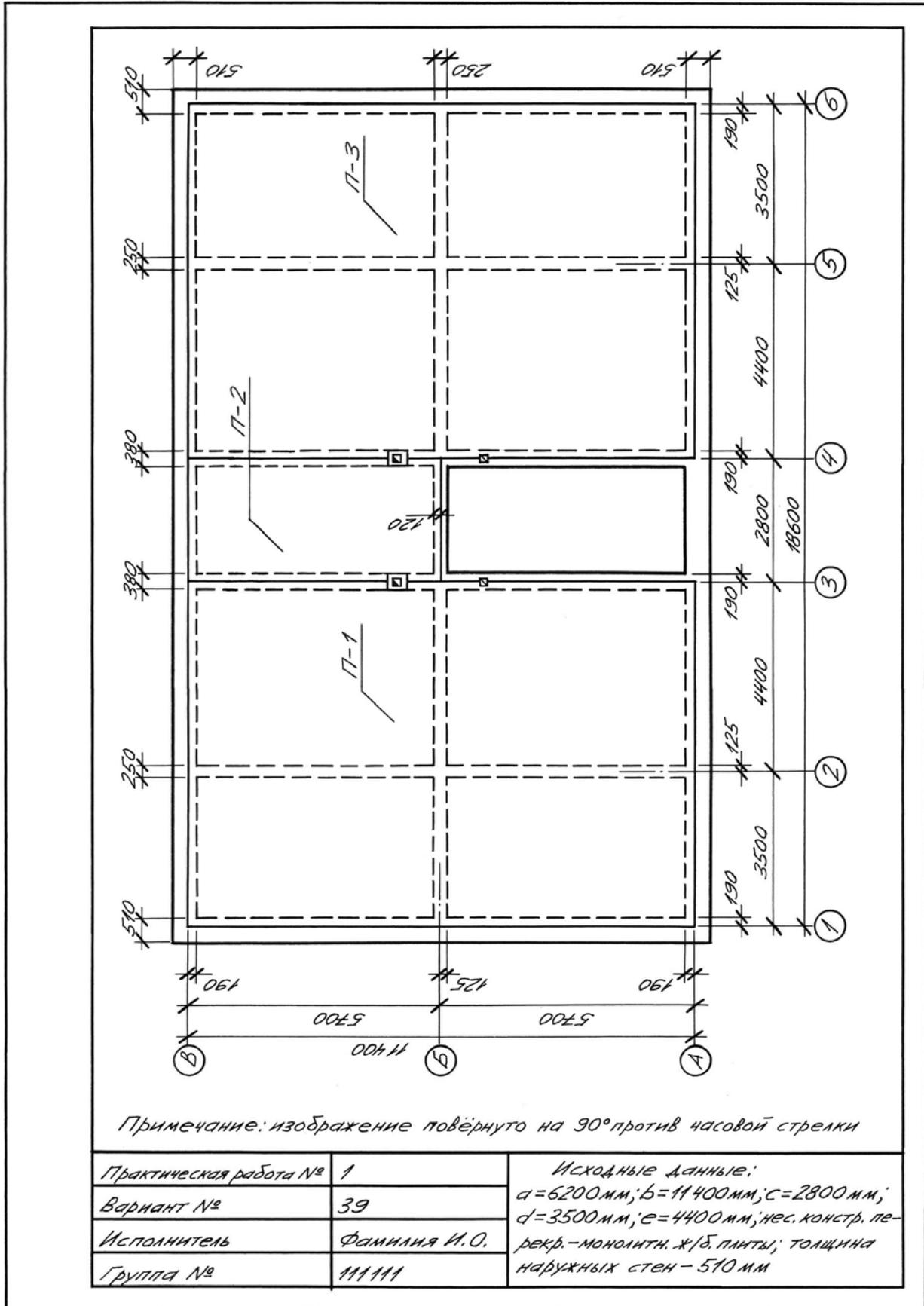
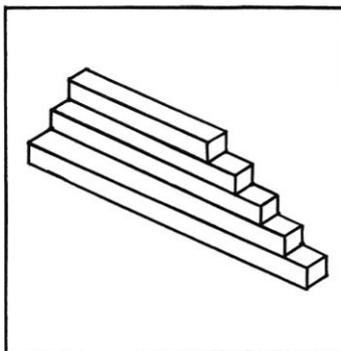


Рисунок 1.8 – Пример выполнения практической работы № 1 (вариант 39)

## 2.1.2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2: «НАРУЖНЫЕ СТЕНЫ»



ЗАДАНИЕ: 1) начертить в масштабе 1:20 фрагмент разреза трехэтажного жилого дома, показав конструкцию наружной стены, верх и низ оконного проема второго этажа, междуэтажные перекрытия над 1-м и 2-м этажом; 2) начертить в масштабе 1:50 совмещенные виды наружной стены, показывая в зависимости от ее заданной конструкции фасад дома и сечения наружной стены плоскостями, параллельными фронтальной плоскости этой стены; при этом показать оконный проем и перемычки.

### ПОЯСНЕНИЯ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПРИМЕРЫ

Исходные данные по заданному варианту подбираются по таблице 2.1. Показанные на рисунках 2.3–2.5 наружные стены имеют сопротивление теплопередаче не ниже  $3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$ . Рассматривается трехэтажное здание и два типа стены по характеру ее статической работы: несущая и самонесущая, – причем принято, что несущие конструкции покрытия опираются на стены аналогично несущим конструкциям перекрытий.

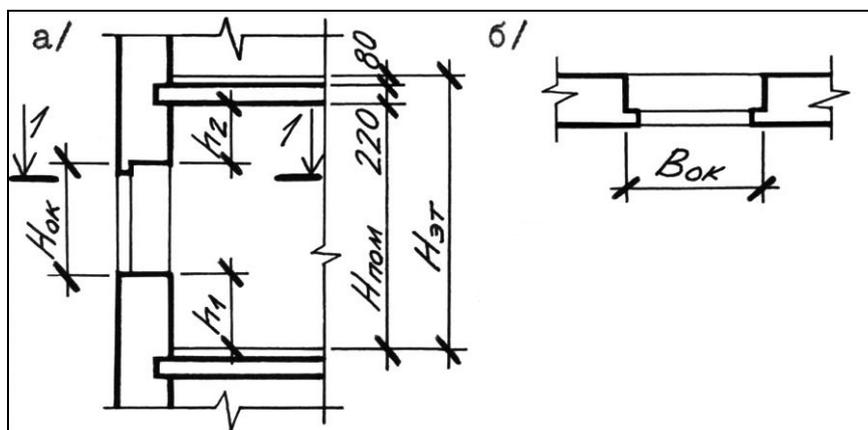


Рисунок 2.1 – Фрагмент разреза здания (а) и фрагмент плана здания (б)

Стена А (рисунок 2.3) – это наружная трехслойная стена, состоящая из внутренней каменной части (ее можно назвать несущей, так как таковой она может быть, если стена несущая), слоя эффективного утеплителя и наружной каменной самонесущей части в полкирпича. Две продольные стенки (так можно называть два слоя каменной кладки) соединяются гибкими связями из круглой арматуры Ø6А-I, которые имеют антикоррозионное покрытие или уложены в пределах утеплителя в слое цементного раствора толщиной не менее 30 мм. Расстояние между связями по вертикали не более 600 мм, а по горизонтали не более 1000 мм.

Стена Б (рисунок 2.4) – это наружная слоистая стена, состоящая из внутренней несущей части, слоя эффективного утеплителя, вентилируемой воздушной прослойки толщиной не менее 40 мм и наружной самонесущей части. Наружный и внутренний слои кладки соединяются анкерами из нержавеющей стали Ø4 мм. Должно быть не менее 5 анкеров на 1 м<sup>2</sup> поверхности стены. Для защиты анкеров от влаги в воздушной прослойке на них надеваются пластмассовые шайбы, которые препятствуют также переходу влаги по анкерам к внутреннему слою кладки. Равномерная и постоянная вентиляция воздушной полости осуществляется через вентиляционные отверстия, общая площадь которых должна составлять 150 см<sup>2</sup> на каждые 20 м<sup>2</sup> поверхности стены, включая оконные и дверные проемы. Вентиляционные отверстия, располагаемые в цокольной и парапетной (карнизной) частях здания, а также под и над проемами устраивают, оставляя незаполненными участки шириной в полкирпича; можно оставлять открытыми вертикальные швы кладки, но лучше применять фасонные кирпичи с вентиляционными щелями.

**Таблица 2.1.а – Варианты исходных данных 1–54**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54
		Наружная стена	Несущая	●		●		●		■		●		●		●		●	
Самонесущая			●		■		●		●		●		●		●		●		●
а	250	●	●	●	■	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	380																		
Н <sub>эт</sub>	2700	●	●	●	■	●	●												
	3000							■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	3300													●	●	●	●	●	●
В <sub>ок</sub>	1200	●	●					■	●					●	●				
	1500			●	■					●	●					●	●		
	1800					●	●					●	●				●	●	●
Конструкция наружной стены	А	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52
	Б	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53
	В	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54

**Таблица 2.1.б – Варианты исходных данных 55–108**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	55-57	58-60	61-63	64-66	67-69	70-72	73-75	76-78	79-81	82-84	85-87	88-90	91-93	94-96	97-99	100-102	103-105	106-108
		Наружная стена	Несущая	●		●		●		●		●		●		●		●	
Самонесущая			●		●		●		●		●		●		●		●		●
а	250																		
	380	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	■	●
Н <sub>эт</sub>	2700	●	●	●	●	●	●												
	3000							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	■	●
	3300													●	●	●	●	■	●
В <sub>ок</sub>	1200	●	●					●	●					●	●				
	1500			●	●					●	●					●	●		
	1800					●	●				●	●	●					■	●
Конструкция наружной стены	А	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	103	106
	Б	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98	101	104	107
	В	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108

Стена В (рисунок 2.5) – это наружная слоистая стена, состоящая из внутренней несущей части, слоя эффективного утеплителя, вентилируемой воздуш-

ной прослойки толщиной не менее 50 мм и навесной наружной облицовки (экрана), которая крепится к обработанному антисептиками и антипиренами деревянному каркасу, состоящему из горизонтальных и вертикальных брусков. Для облицовки используются мало- и крупноформатные плиты (плитки) из стеклофиброполистирола, стеклоцемента, твердой пены из поливинилхлорида с наружным покрытием из мелкодробленого естественного камня (мрамора, кварца, гранита и др.), керамики, фиброцемента с поверхностью из природного камня или полиуретана и т. д. Облицовка к каркасу, бруски каркаса, каркас к несущей части должны крепиться только коррозиестойкими крепежными элементами (шурупами, дюбелями и т. д.). Как и в случае стены Б функция вентиляционных отверстий состоит в создании гравитационного подсоса воздуха («каминного эффекта») между нижними и верхними отверстиями. Проветривание воздушной полости способствует удалению дождевой влаги из облицовочного слоя и диффузионной – из несущей части стены и утеплителя.

Стены А, Б и В изнутри оштукатуриваются.

Над проемами под кладкой предусматриваются сборные железобетонные перемычки, одни из которых несут нагрузку от собственного веса и кладки над ними, другие – от собственного веса и кладки над ними, междуэтажных перекрытий и других элементов. Подбор марок перемычек следует осуществлять по таблице 2.2 с учетом характера статической работы стены, распределения усилий по толщине стены от действующих нагрузок, ширины оконного проема и минимальной длины опирания перемычки на стену. Для составления таблицы 2.2 использованы, в частности, данные серии 1.038.1-1, вып. 1. В случае самонесущих стен плиты перекрытий примыкают к стене, а не заделываются в нее длинной стороной, так как стены зданий малой этажности, как правило, не нужно раскреплять по высоте для обеспечения их устойчивости. При разработке фрагмента разреза с самонесущей стеной (рисунок 2.4) надо помнить, что в стенах, перпендикулярных изображаемой, есть оконные и дверные проемы, а над ними – перемычки, воспринимающие нагрузки и от перекрытий (перемычки №№ 8, 9, 13, 15, 20, 22, 27, 28, 29 из таблицы 2.2).

При определении расстояния от верха оконного проема до низа плиты перекрытия следует руководствоваться рисунком 2.1 и не забывать о том, что плита перекрытия опирается либо непосредственно на перемычку через слой цементного раствора, либо на перемычку через нечетное количество рядов кладки, так как кладку всех элементов конструкций начинают и заканчивают тычковыми рядами. Высоту оконного проема надо выбирать в зависимости от высоты помещения, расстояния от пола до низа проема и от верха проема до низа перекрытия. Желательно, чтобы номинальная высота проема была кратна 300 мм (900, 1200, 1500, 1800 мм); при этом целесообразно использовать стандартные оконные блоки, хотя в любом случае возможно использование изготовленных по заказу пластмассовых окон.

Принято, что пролеты плит перекрытий не превышают 6,6 м.

**Таблица 2.2 – Данные для подбора сборных железобетонных перемычек**

№	Марка	Размеры			Мин. длина опор., d	Расч. нагр., кг/м
		L	b	h		
1	1ПБ 13-1	1290	120	65	100	100
2	1ПБ 16-1	1550	120	65	100	100
3	2ПБ 13-1	1290	120	140	100	100
4	2ПБ 16-2	1550	120	140	100	200
5	2ПБ 17-2	1680	120	140	100	200
6	2ПБ 19-3	1940	120	140	100	300
7	2ПБ 22-3	2200	120	140	100	300
8	3ПБ 16-37	1550	120	220	170	3800
9	3ПБ 18-37	1810	120	220	200	3800
10	3ПБ 18-8	1810	120	220	170	800
11	3ПБ 21-8	2070	120	220	170	800
12	3ПБ 25-8	2460	120	220	170	800
13	5ПБ 18-27	1810	250	220	170	2800
14	5ПБ 21-27	2070	250	220	170	2800
15	5ПБ 25-27	2460	250	220	230	2800
16	8ПБ 13-1	1290	120	90	100	100
17	8ПБ 16-1	1550	120	90	100	100
18	8ПБ 17-2	1680	120	90	100	200
19	8ПБ 19-3	1940	120	90	100	300
20	9ПБ 16-37	1550	120	190	170	3800
21	9ПБ 18-8	1810	120	190	170	800
22	9ПБ 18-37	1810	120	190	200	3800
23	9ПБ 21-8	2070	120	190	170	800
24	9ПБ 22-3	2200	120	190	100	300
25	9ПБ 25-3	2460	120	190	100	300
26	9ПБ 25-8	2460	120	190	170	800

27	10ПБ 18-27	1810	250	190	170	2800
28	10ПБ 21-27	2070	250	190	170	2800
29	10ПБ 25-37	2460	250	190	200	3800

Сокращения в таблице 2.2: Мин. – минимальная; опор. – опирания; Расч. нагр. – расчетная нагрузка

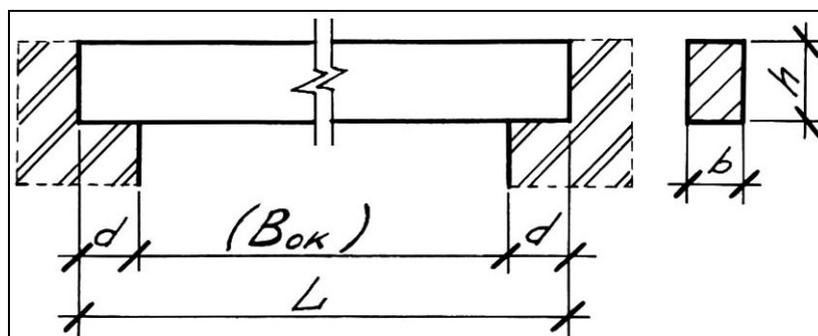


Рисунок 2.2. – Опирание перемычек, размеры

Примеры выполнения практической работы № 2 показаны на рисунках 2.3–2.5.

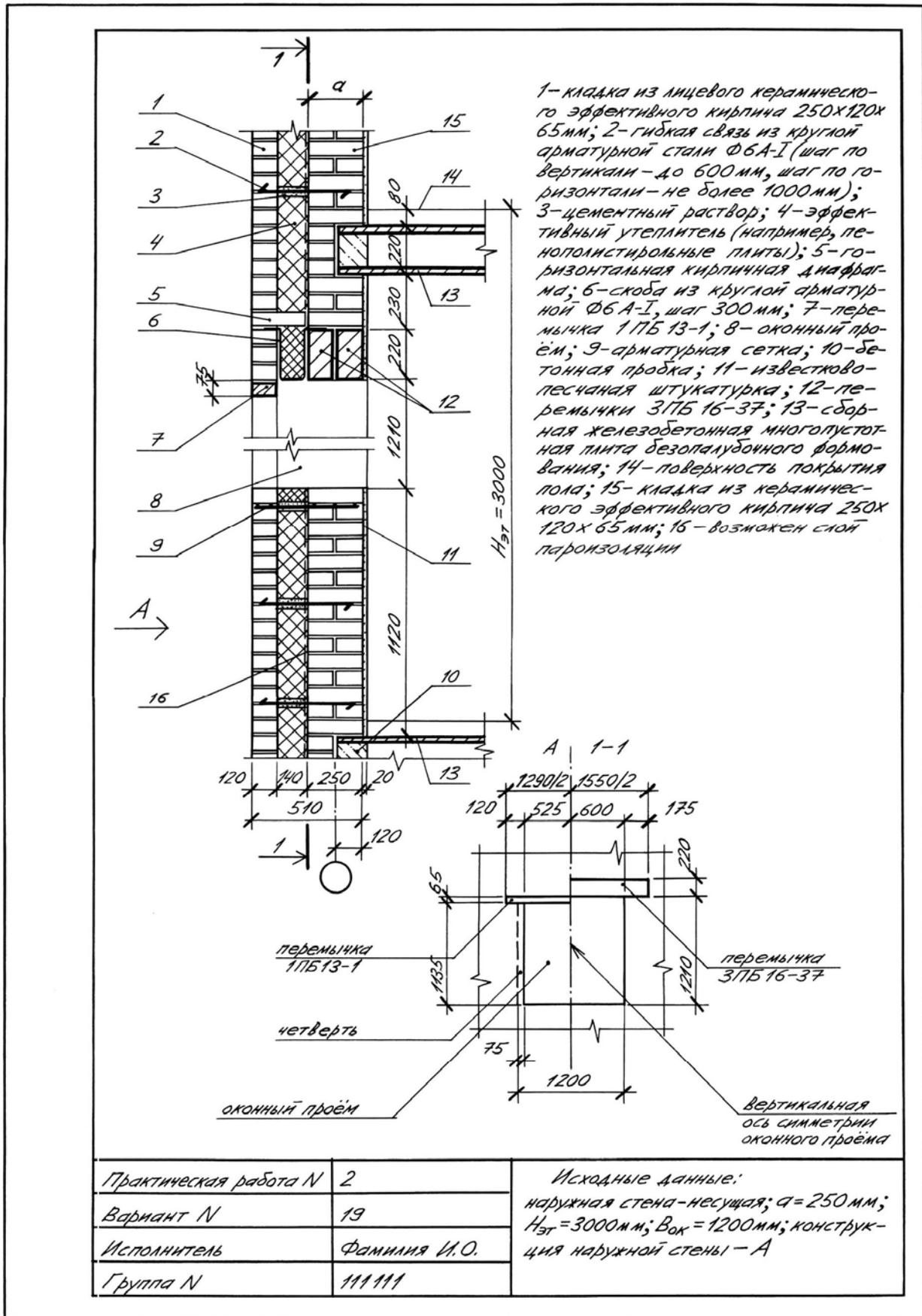
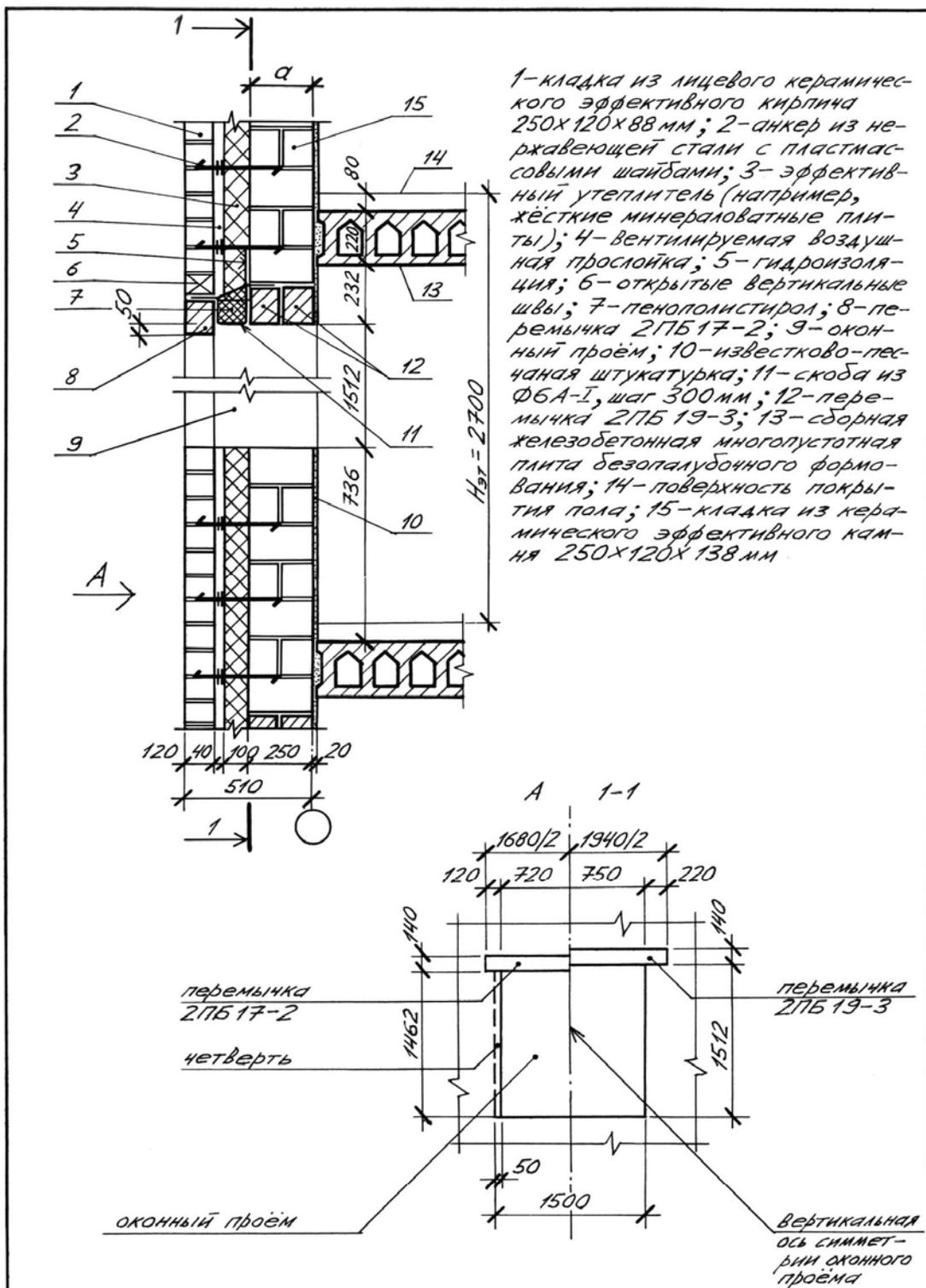


Рисунок 2.3 – Пример выполнения практической работы № 2 (вариант 19)



Практическая работа №	2	Исходные данные: наружная стена – самонесущая; $a = 250 \text{ мм}$ ; $H_{\text{эт}} = 2700 \text{ мм}$ ; $B_{\text{ок}} = 1500 \text{ мм}$ ; конструкция наружной стены – Б
Вариант №	11	
Исполнитель	Фамилия И.О.	
Группа №	111 111	

Рисунок 2.4 – Пример выполнения практической работы № 2 (вариант 11)

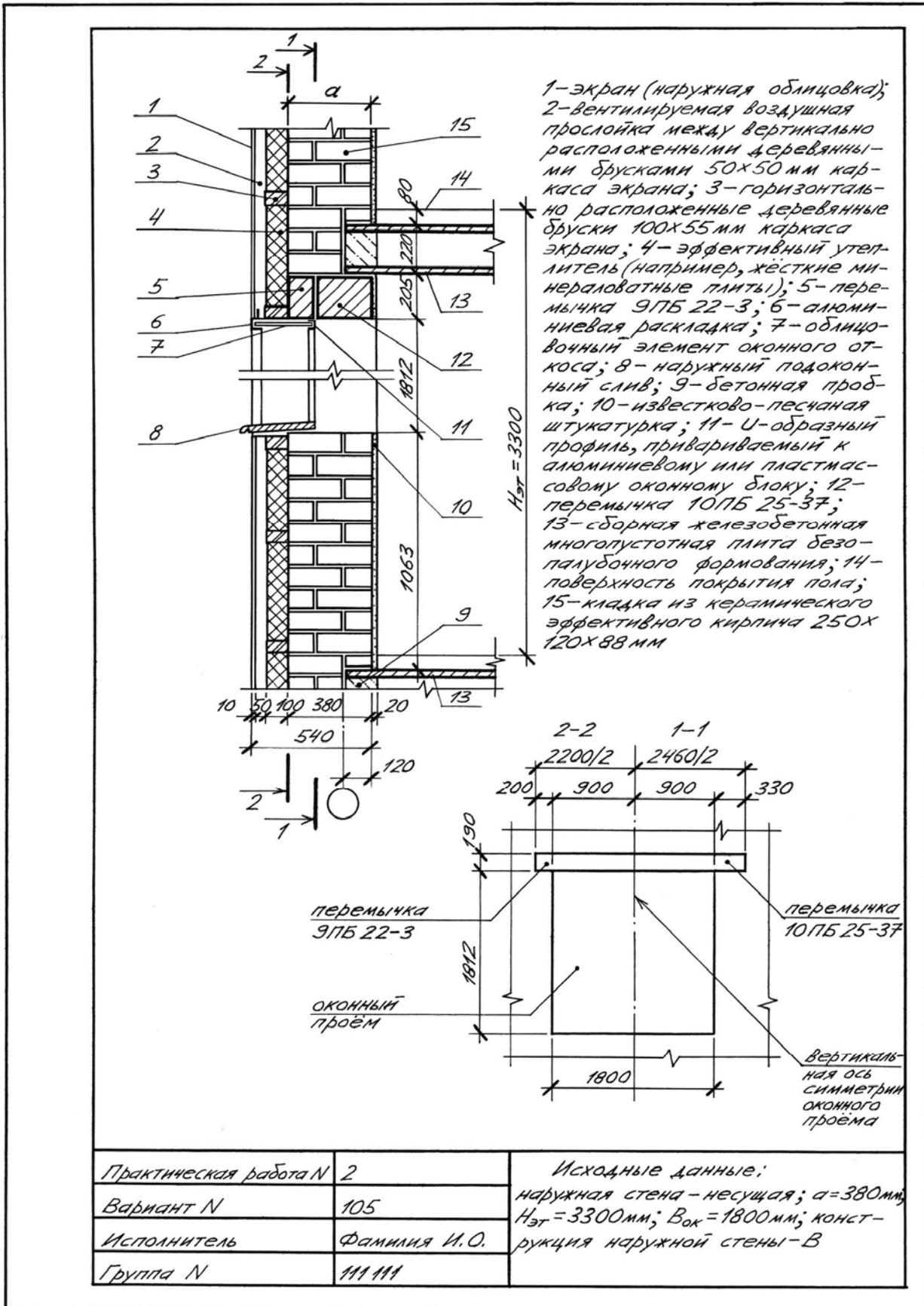
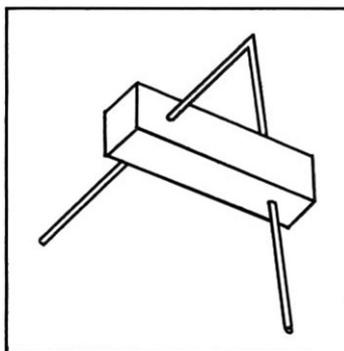


Рисунок 2.5 – Пример выполнения практической работы № 2 (вариант 105)

### 2.1.3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3: «КРЫШИ»



**ЗАДАНИЕ:** 1) начертить в масштабе 1:200 план конструкции покрытия и план кровли, а также поперечный разрез покрытия и чердачного перекрытия малоэтажного жилого дома с каменными продольными несущими стенами; 2) начертить в масштабе 1:20 карнизный узел.

#### ПОЯСНЕНИЯ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПРИМЕРЫ

Исходные данные по заданному варианту подбираются по таблице 3.1. Рассматриваются конструкции скатных крыш с деревянными стропилами из брусьев и досок и холодными чердаками. Несмотря на то что в малоэтажных зданиях в чердачном пространстве целесообразно устраивать теплые помещения, в учебных целях на начальном этапе изучения дисциплины «Конструирование» полезно проработать покрытия с четким распределением несущих и ограждающих функций отдельных элементов, зависящим главным образом от формы крыши, расположения стен и расстояний между ними.

Впоследствии при выполнении курсовой работы студент сможет на основе полученных знаний с помощью соответствующих методических пособий проектировать и крыши с мансардами.

Рассматриваются схемы наслонных стропил, три варианта которых показаны на рисунке 3.1. Минимальный уклон покрытия зависит от кровельного материала, причем чем меньше его размеры, тем, как правило, больше минимально допустимые пределы этого уклона. Уклон покрытия – это тангенс плоского угла наклона ската к условной горизонтальной плоскости.

Основными элементами наслонных стропил являются работающие на изгиб по балочной схеме и располагаемые вдоль скатов наклонные одно-, двух- и многопролетные балки (стропильные ноги), нагрузки от которых передаются как на наружные, так и на внутренние стены. Расстояния между стенами не должны превышать 8 м. Оптимальные расстояния между стропильными ногами – от 0,8 до 1,2 м. Размеры сечений этих элементов зависят от веса кровли и обрешетки, собственного веса, веса снегового покрова и ветровой нагрузки. На рисунках 3.2–3.4 даны ориентировочные размеры сечений стропильных ног.

**Таблица 2.1.а – Варианты исходных данных 1–54**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54
Покрытие кровли	Ч	●		●		●		■		●		●		●		●		●	
	КС		●		■		●		●		●		●		●		●		●
	ВАЦЛ																		
Форма крыши	ДСВ	●	●	●	■	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ДСФ																		
L	17000	●	●	●	■	●	●												
	16000							■	●	●	●	●	●						
	15000													●	●	●	●	●	●
Уклон крыши	№ 1	●	●					■	●					●	●				
	№ 2			●	■					●	●					●	●		
Толщина утеплителя	230					●	●					●	●					●	●
	400																		
Схема поперечного разреза крыши	А	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52
	Б	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53
	В	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54

**Таблица 2.1.б – Варианты исходных данных 55–108**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	55-57	58-60	61-63	64-66	67-69	70-72	73-75	76-78	79-81	82-84	85-87	88-90	91-93	94-96	97-99	100-102	103-105	106-108
Наружная стена	Несущая	●		●		●		●		●		●		●		●		■	
	Самонесущая		●		●		●		●		●		●		●		●		●
а	250																		
	380	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	■	●

Н <sub>эт</sub>	2700	•	•	•	•	•	•												
	3000							•	•	•	•	•	•						
	3300													•	•	•	•	•	•
В <sub>ок</sub>	1200	•	•					•	•					•	•				
	1500			•	•					•	•					•	•		
	1800					•	•					•	•					■	•
Конструкция наружной стены	А	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100	103	106
	Б	56	59	62	65	68	71	74	77	80	83	86	89	92	95	98	101	104	107
	В	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108

**Таблица 3.1.б – Уклоны кровли**

Тип	Подтип	Уклон кровли	
		№ 1	№ 2
Покрытие кровли	Ч	1 : 1,5	1 : 1
	КС	1 : 3	1 : 2,5
	ВАЦЛ	1 : 2,75	1 : 2,25

*Сокращения в таблице 3.1:* Ч – черепица; КС – кровельная сталь; ВАЦЛ – волнистые асбестоцементные листы; ДСВ – двускатная с вальмами; ДСФ – двускатная с фронтонами.

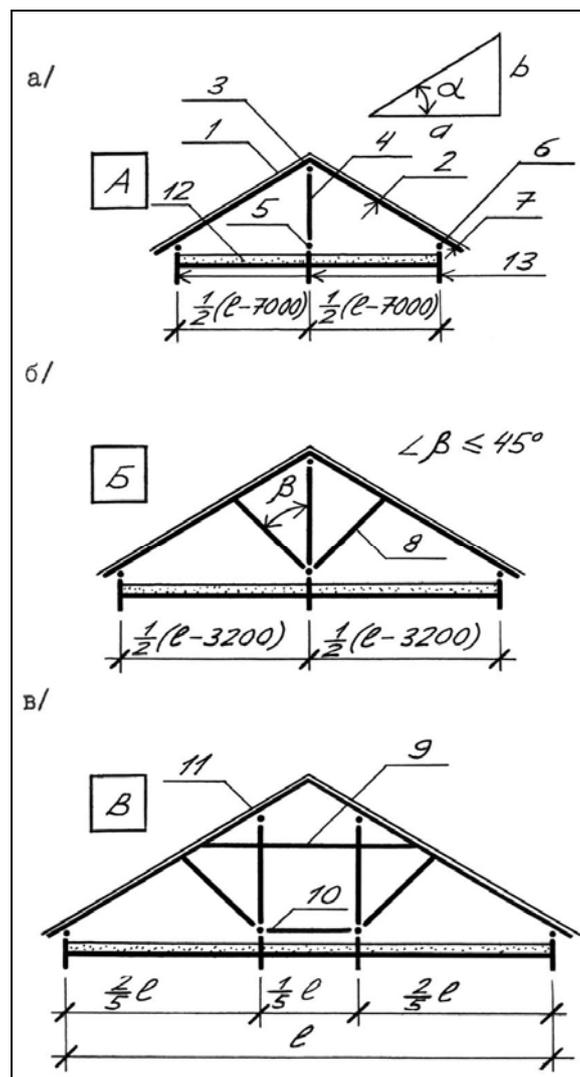


Рисунок 3.1 – Схемы поперечных разрезов крыши: а – схема А, б – схема Б, в – схема В;  
 1 – кровля и обрешетка; 2 – стропильная нога; 3 – коньковый прогон; 4 – стойка;  
 5 – лежень; 6 – мауэрлат; 7 – кобылка; 8 – подкос; 9 – ригель; 10 – распорка; 11 – боковой прогон; 12 – чердачное перекрытие, состоящее из несущей части, пароизоляции, утеплителя; 13 – несущие стены

Не следует забывать, что при назначении этих размеров нужно обращать внимание именно на длины пролетов стропильных ног, а не на расстояния между наружными стенами. Опорами же стропильных ног являются мауэрлаты, прогоны и подкосы. Если длина стропильной ноги превышает стандартную длину лесоматериалов (на изготовление пиломатериалов из древесины хвойных пород идут бревна длиной 4–6,5 м), то ее конструируют составной. При этом может быть два решения несущей части свеса кровли: с использованием кобылок (рисунок 3.2) и без них (рисунок 3.3 и рисунок 3.4). Второй вариант предпочтительнее по соображениям обеспечения высоких эстетических качеств карниза, а также его большей надежности и долговечности. Стропильные ноги

через одну скрепляют с мауэрлатом обратными скобами или элементами из полосовой стали (хомутами, обоймами и др.) на шурупах, а также (тоже через одну) – со стеной проволочными скрутками Ø4–6 мм посредством костылей.

Прогоны – это самые мощные элементы наслонных стропил. Ориентировочно максимальный размер сечения прогона в плоскости изгиба составляет не менее  $1/20$  его пролета, который не должен быть более 3 м. Опорами прогонов служат стойки из брусьев сечением не менее 120x120 мм и продольные подкосы. Меньший размер сечения стойки должен быть не менее  $1/20$  ее высоты. Стойки опираются на продольный брус – лежень (нижний прогон), к которому крепят располагаемые под каждой парой стропильных ног поперечные подкосы того же сечения, что и стойки. Имеющие те же размеры сечения продольные подкосы внизу крепятся к стойкам, которые не всегда располагаются строго под стропильными ногами.

Стропильные ноги связывают между собой ригелями, которые обеспечивают жесткость стропил, воспринимая распор. Ригели располагают над или под боковыми прогонами так, чтобы можно было проходить по чердаку, т.е. высота его от верха чердачного перекрытия до нижней грани ригеля должна быть не менее 1,6 м.

В вальмовых (четырёхскатных) крышах устанавливают накосные (диагональные) стропильные ноги, которые, имея большую длину, чем рядовые, несут, кроме того, гораздо большую нагрузку, чем они. Поэтому для накосных ног устраивают дополнительные опоры в виде, например, треугольных шпренгельных ферм. В коньке эти ноги опираются на верхний (коньковый) прогон (рисунок 3.3) или на прибоины стропильных ног (рисунок 3.4).

В местах контакта древесины с каменными материалами предусматриваются прокладки из гидроизоляционных материалов. В малоэтажных зданиях расстояние от верха чердачного перекрытия до нижней грани мауэрлата рекомендуется принимать не менее 150 мм.

Расстояние от низа слуховых окон до верха чердачного перекрытия – не менее 1,0 м. Эти окна обеспечивают эффективное проветривание чердака.

Проектируя крышу, сначала нужно нанести на чертеж трубы с вентиляционными и дымовыми каналами и другие пересекающие кровлю элементы, и только после этого можно размещать элементы стропил.

В данном задании принято, что в одном здании все скаты имеют одинаковые уклоны. При этом на планах кровли накосное ребро составляет угол  $45^\circ$  с краями кровли.

Ветровые связи (рисунок 3.2) крепятся снизу к стропильным ногам.

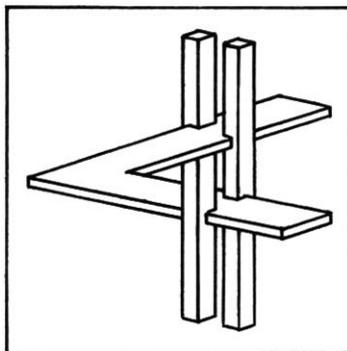
Примеры выполнения практической работы № 3 показаны на рисунках 3.2–3.4.







### 3.1.4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4: «ПЕРЕКРЫТИЯ, ПОДВАЛЫ, ЦОКОЛИ, ФУНДАМЕНТЫ»



**ЗАДАНИЕ:** 1) начертить в масштабе 1:20 фрагмент разреза двухэтажного жилого дома со стенами ручной кладки (см. материалы по практической работе № 2), показав перекрытие над отапливаемым подвалом, пол подвала, наружную несущую стену, ленточный фундамент, гидроизоляцию и другие элементы в соответствии с заданием; 2) начертить в масштабе 1:20 поперечное сечение перекрытия над подвалом.

#### ПОЯСНЕНИЯ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПРИМЕРЫ

Исходные данные по заданному варианту подбираются по таблице 4.1. Требуется показать часть здания с отапливаемым подвалом, потому что эксплуатируемые заглубленные этажи целесообразно включать в функциональную схему здания по соображениям, главным образом, экономии тепловой энергии. При этом в подвалах могут располагаться помещения с разными температурно-влажностными режимами. В данном пособии рекомендуется предполагать размещение в показываемом подвале помещений с нормальным режимом (гостиных, баров, игровых комнат и т. д.). Ограждающие конструкции этих помещений должны хорошо воспринимать такие неблагоприятные воздействия, как статическое и динамическое давление грунта; воздействие жидкой и парообразной влаги; коррозионное воздействие грунтовых вод из-за наличия в них кислот и щелочей; воздействие микроорганизмов и др.

Цоколи следует изолировать по возможности на высоту как минимум 300 мм над уровнем отмостки. В некоторых случаях (см. рисунки 4.1 и 4.2) это

расстояние может быть уменьшено до 200 мм. В зимнее время необходимо осуществлять постоянную уборку снега от здания. В пособии показаны невысокие цоколи. При необходимости высоту цоколя можно увеличить, сохранив три представленных типа конструкций стен.

**Таблица 4.1.а – Варианты исходных данных 1–54**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54
Фундамент	МБЛ	●		●		■		■		●		●		●		●		●	
	СБЛ		●		●		●		■		●		●		●		●		●
Основной материал стены подвала	ПББ	●					●	■		●					●				●
	ББСП		●						■								●		
	КК			●	●						●	●	●			●			
	МБ					■							●	●			●		●
Перекрытие (несущая часть)	Сб.-мон.	●		●		■							●				●		●
	Армокаменное							●	■		●	●		●	●				
	ЖББ		●		●		●			●						●		●	●
Напольное покрытие в подвале	Линолеум						●	●	■									●	●
	Дерев. доски			●	●	■							●	●	●	●			
	Паркет	●	●							●	●	●					●		●
Напольное покрытие на 1-м этаже	Линолеум	●	●			■							●	●	●	●			
	Дерев. доски						●			●	●	●					●		
	Паркет			●	●			●	■									●	●
Кольцевой дренаж		●			●	■				●				●			●		●
Нар. гор. и верт. ТИСП			●						■		●		●		●			●	
Бетонная отмостка				●			●	●				●				●			●
Конструкция стены (А, Б, В); отметка уровня земли	А; -0.200	1		7		13		19		25		31		37		43		49	
	А; -0.500		4		10		16		22		28		34		40		46		52
	Б; -0.500	2		8		14		20		26		32		38		44		50	
	Б; -0.600		5		11		17		23		29		35		41		47		53
	В; -0.700	3		9		15		21		27		33		39		45		51	
	В; -0.500		9		12		18		24		30		36		42		48		54

Сокращения в таблице 4.1.б: МБЛ – монолитный бетонный ленточный; СЛ – сборный ленточный; ПББ – из пустотелых бетонных блоков; ББСП – из бетонных блоков стен подвала; КК – из керамического кирпича; МБ – из монолитного бетона; ЖББ – по железобетонным балкам; Дерев. – деревянные; Нар.

гор. и верт. ТИСП – наружная горизонтальная и вертикальная теплоизоляция стены подвала.

**Таблица 4.1.б – Варианты исходных данных 55–108**

Исходные данные		Номера вариантов																	
Тип	Подтип	55-57	58-60	61-63	64-66	67-69	70-72	73-75	76-78	79-81	82-84	85-87	88-90	91-93	94-96	97-99	100-102	103-105	106-108
Фундамент	МБЛ	•		•		•		•		•		•		■		•		•	
	СБЛ		•		•		•		•		•		•		•		•		•
Основной материал стены подвала	ПББ	•	•		•			•	•					■					•
	ББСП										•		•						
	КК			•			•					•			•	•	•		
	МБ					•				•								•	
Перекрытие (несущая часть)	Сб.-мон.	•	•				•			•	•					•			
	Армокаменное				•			•				•	•				•	•	
	ЖББ			•		•			•					■	•				•
Напольное покрытие в подвале	Линолеум		•			•		•	•	•			•						•
	Дерев. доски			•	•		•								•	•			
	Паркет	•									•	•		■			•		•
Напольное покрытие на 1-м этаже	Линолеум	•		•	•		•				•		•						•
	Дерев. доски								•	•	•	•		■			•	•	
	Паркет		•			•		•					•		•	•			
Кольцевой дренаж		•			•			•			•					•			•
Нар. гор. и верт. ТИСП			•			•			•			•			•		•		
Бетонная отмостка				•			•			•		•		■				•	
Конструкция стены (А, Б, В); отметка уровня земли	А; –0.200	55		61		67		73		79		85		91		97		103	
	А; –0.500		58		64		70		76		82		88		94		100		106
	Б; –0.500	56		62		68		74		80		86		92		98		104	
	Б; –0.600		59		65		71		77		83		89		95		101		107
	В; –0.700	57		63		69		75		81		87		<b>93</b>		99		105	
	В; –0.500		60		66		72		78		84		90		96		102		108

Сокращения в таблице 4.1.б: МБЛ – монолитный бетонный ленточный; СЛ – сборный ленточный; ПББ – из пустотелых бетонных блоков; ББСП – из бетонных блоков стен подвала; КК – из керамического кирпича; МБ – из монолитного бетона; ЖББ – по железобетонным балкам; Дерев. – деревянные; Нар.

гор. и верт. ТИСП – наружная горизонтальная и вертикальная теплоизоляция стены подвала.

Для изоляции цоколей применяют водонепроницаемую (гидроизоляционную) штукатурку или кладку на гидроизоляционном растворе лицевого ряда кирпичей с заполнением швов. Начинать изоляцию цокольного участка стены надо ниже уровня земли, герметизируя шов между этой гидроизоляцией и вертикальной стеной подвала.

Наружные стены подвалов следует теплоизолировать либо в верхней их части (рисунки 4.1 и 4.3), либо применяя дополнительную наружную горизонтальную и вертикальную теплоизоляцию (рисунок 4.2). Проектируя ту или иную теплоизоляцию стен подвалов, важно знать, что чем лучше изолирована стена, тем глубже и на большее время промерзает грунт у здания. Не допускается возводить наружные стены подвалов и цоколи из силикатного кирпича, камней и блоков; камней и блоков из ячеистых бетонов; пустотелого кирпича и керамических камней; глиняного кирпича полусухого прессования.

В малоэтажном строительстве при обычных грунтах наиболее часто применяются ленточные фундаменты двух типов: сборные и монолитные небольшой ширины. Монолитные фундаменты рекомендуется проектировать жесткими, не имеющими армирования. Это достигается, если угол жесткости не превышает определенного граничного значения (для бетона  $45^\circ$ ).

Перекрытие над подвалом является междуэтажным, состоящим из несущей части, звукоизоляционного слоя (или прослойки) для защиты от ударного шума, основания для покрытия пола в виде монолитной стяжки (или сборных элементов) или лаг, покрытия пола из досок, паркета, линолеума и т.д. Названные в пособии сборно-монолитными перекрытия представляют собой фактически часторесбристые монолитные плиты со сборными железобетонными балками, имеющими выпуски арматуры, и уложенными на эти балки пустотелыми блоками-вкладышами. Можно использовать короткие балки, объединяемые в более длинные. При этом размеры здания не нужно приводить в соответствие с относительно небольшим набором размеров типовых многопустотных плит.

Армокаменные перекрытия, являющиеся разновидностью сборно-монолитных, устраивают, как правило, без сжатого растворного или бетонного слоя. При такой конструкции перекрытия применяются армированные стальными стержнями пустотелые керамические камни. В зависимости от толщины, армирования, расчетных нагрузок и других факторов часторебристые сборно-монолитные перекрытия могут иметь пролеты до 7,8 м (в примере на рисунок 4.1 пролет – до 6,0 м). Армокаменные перекрытия при толщине 215 мм и расчетной нагрузке 5 кН/м<sup>2</sup> имеют пролеты до 5,0 м (на рисунке 4.2 пролет до 4,7 м при расчетной нагрузке 5 кН/м<sup>2</sup>). Перекрытия из сборных железобетонных балок с вкладышами (рисунок 4.3) по сравнению со сборно-монолитными уменьшают жесткость здания. Это нужно учитывать при проектировании. Максимальный пролет изображенного на рисунок 4.3 перекрытия – 6,0 м.

Полы подвалов являются полами на грунте, проектируя которые следует предусматривать их защиту от влаги, находящейся в грунте.

Отмостка устраивается для защиты фундаментов зданий, расположенных на относительно сухих грунтах от прямого воздействия дождевых и талых вод. Отмостка может быть также заглубленной (рисунок 4.2) или выполненной из гравия или щебня, легко пропускающих воду к дренажной трубе (рисунок 4.1).

Все стены подвалов необходимо защищать от воздействия капиллярной влаги, поднимающейся от фундаментов вверх, а наружные стены – дополнительно от воздействия фильтрационных (просачивающихся) и напорных грунтовых вод. Первый слой горизонтальной гидроизоляции устраивают в уровне верха пола подвала. Второй слой располагается не ниже 150 мм от отмостки. Если перекрытие подвала находится ниже этого слоя изоляции, то непосредственно под перекрытием устраивают третий слой гидроизоляции. Горизонтальная гидроизоляция может быть выполнена, в частности, из дегтебитумных рулонных материалов, гидроизоляционной штукатурки, синтетических эластомерных рулонных материалов. Вертикальная гидроизоляция может быть выполнена в виде многослойной обмазки горячим битумом или холодной битумной мастикой, гидроизоляционной штукатурки и т. д.

Дренаж необходим тогда, когда просачивание воды через грунт затруднено, что проявляется в наличии стоячей воды в котловане при уровне грунтовых вод ниже уровня дна котлована. Дренаж состоит из керамических или перфорированных пластмассовых дренажных труб, водопроницаемого слоя и фильтрующего слоя. Дренажные трубы укладываются по периметру здания с равномерным уклоном (1–2 %) без разрывов от самой высокой точки до сборного колодца. Водопроницаемый слой собирает напорную воду перед наружными стенами подвала. Этот слой может быть из крупнозернистого гравия толщиной около 300 мм, керамических камней с вертикальными пустотами или битуминизированных волнистых плит (рисунок 4.1). В качестве фильтрующего слоя можно применять гравий, щебень, кирпичный бой. От засорения мелкими частичками грунта этот слой следует защищать фильтрующим волокном. Толщина фильтрующего слоя со всех сторон дренажной трубы, диаметр которой в обычных условиях составляет 100 мм, – не менее 200 мм.

Примеры выполнения практической работы № 4 показаны на рисунках 4.1–4.3.

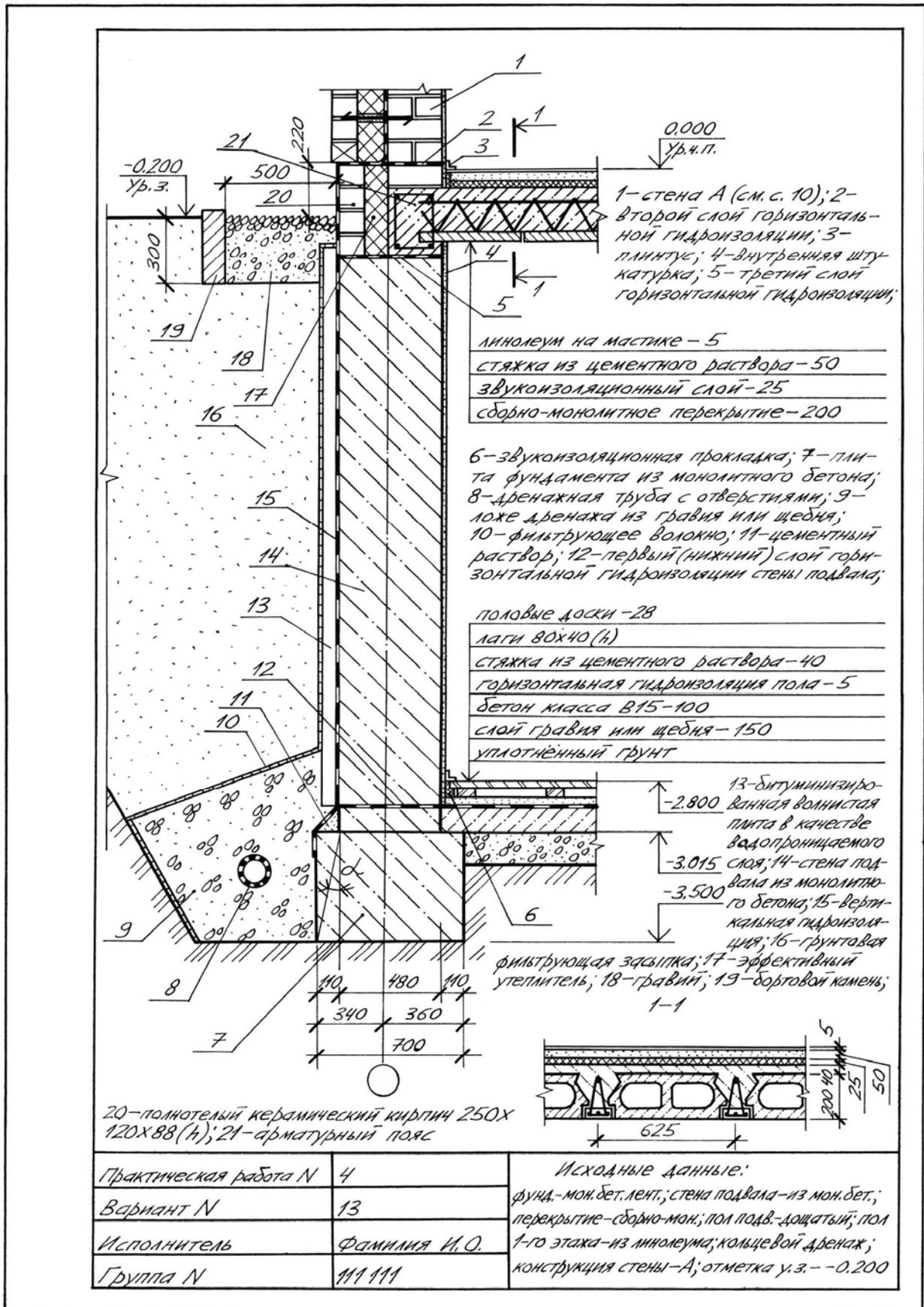


Рисунок 4.1 – Пример выполнения практической работы № 4 (вариант 13)

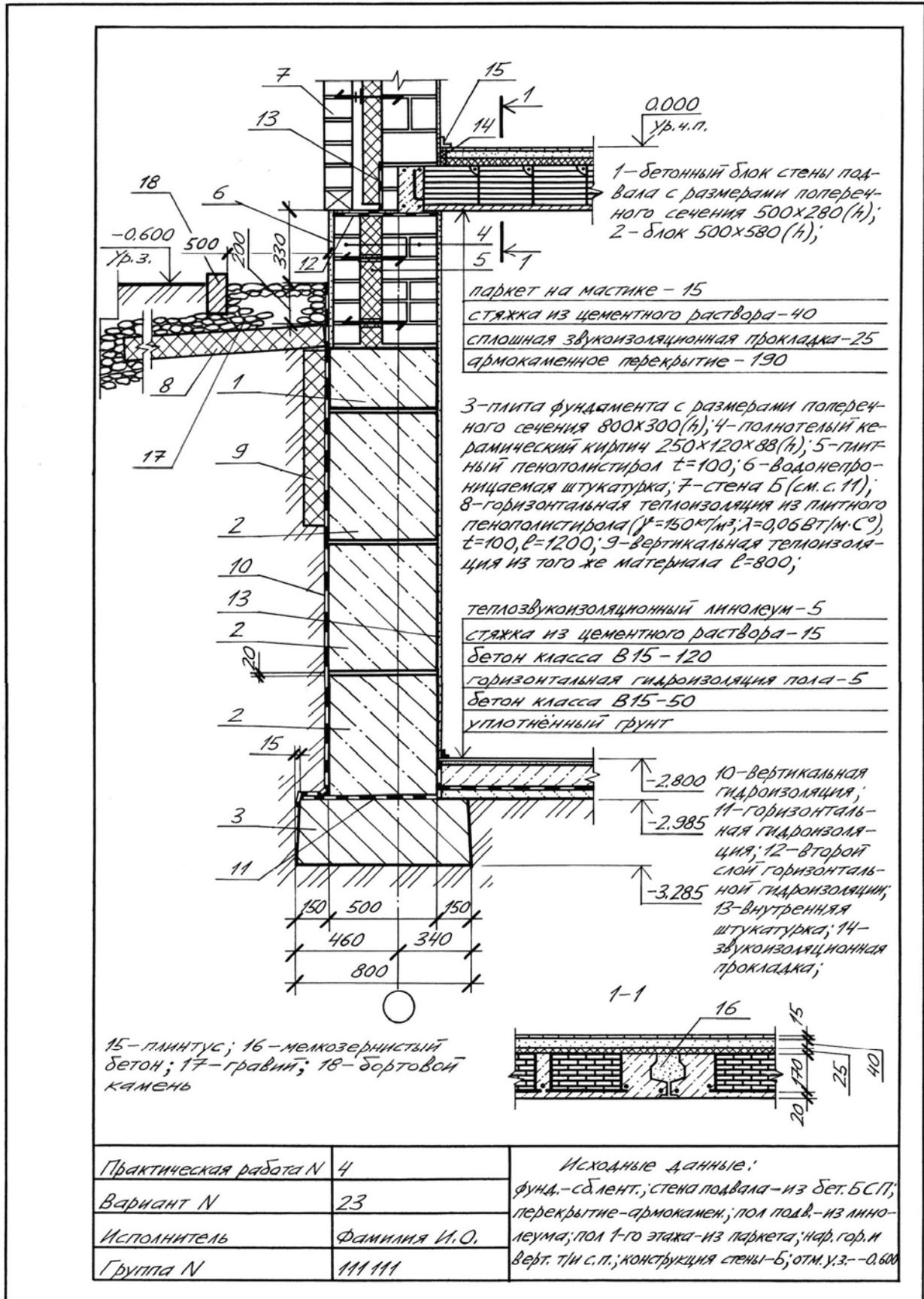


Рисунок 4.2 – Пример выполнения практической работы № 4 (вариант 23)

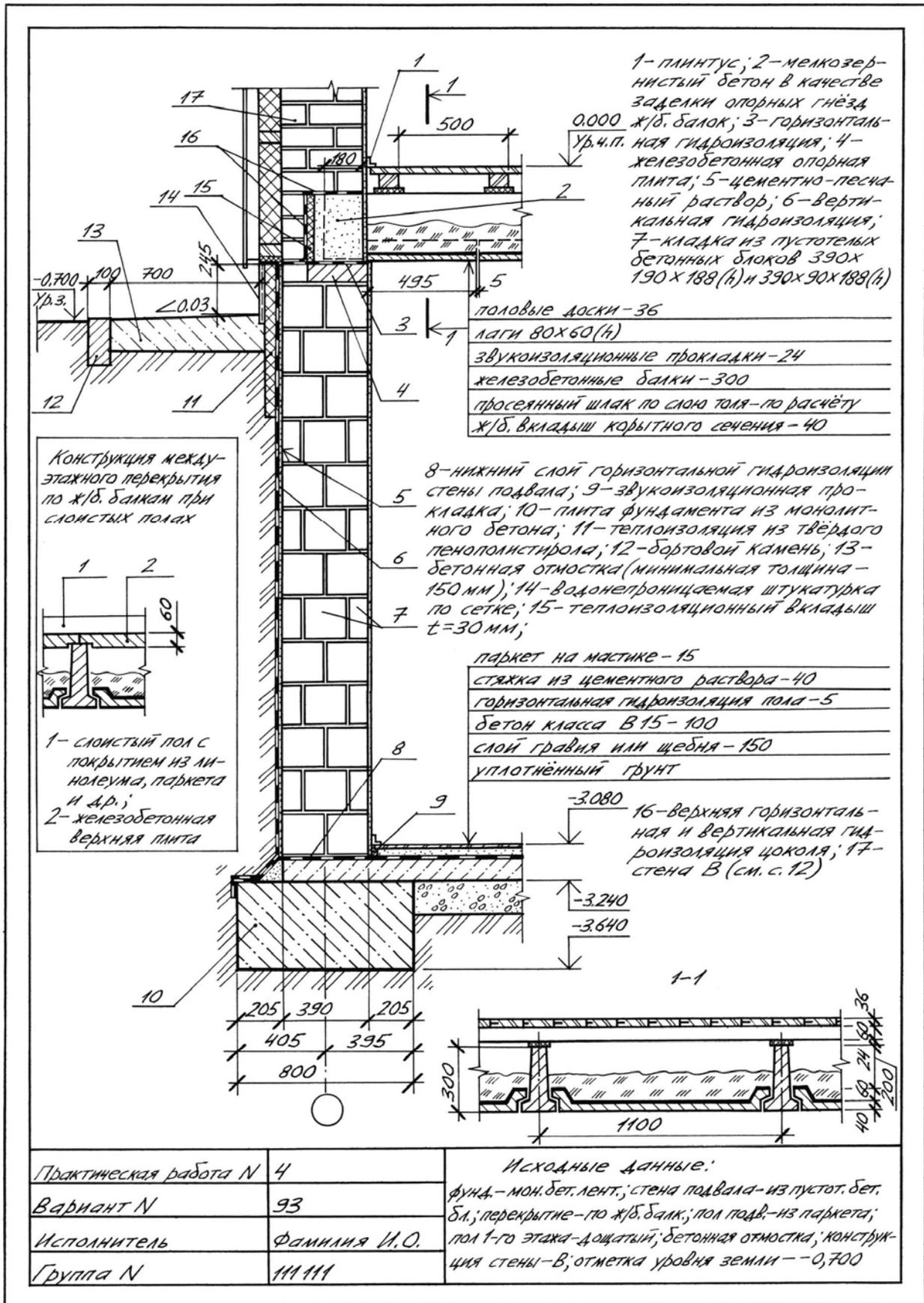


Рисунок 4.3 – Пример выполнения практической работы № 4 (вариант 93)

### **3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

Для контроля качества знаний используются следующие средства диагностики:

- решение конструкторских задач;
- тесты по лекционным темам;
- выступления студентов на практических занятиях;
- устный опрос в ходе практических занятий;
- проверка выполнения практических работ;
- проверка выполнения графических работ.

См. также «Требования к выполнению самостоятельной работы студентов» в учебной программе.

## **4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

### **4.1. Учебная программа**

ЧАСТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНСТИТУТ СОВРЕМЕННЫХ ЗНАНИЙ ИМЕНИ А.М. ШИРОКОВА»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Института современных знаний  
имени А.М.Широкова

\_\_\_\_\_ А.Л.Капилов

03.07.2017

Регистрационный № УД-02-330/уч.

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)», направление специальности  
1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)»,  
специализация 1-19 01 01-02 02 «Дизайн интерьеров»

2017 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы «Конструирование» от 07.03.2012, регистрационный № ТД-С.161/тип., 2012 г., а также утвержденного учебного плана направления специальности

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

Жуков Д.Д., профессор кафедры дизайна Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова», кандидат технических наук, доцент;

Кривёнок О.В., доцент кафедры дизайна Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова», доцент

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Коломиец В.И., профессор кафедры промышленного дизайна Учреждения образования «Белорусская государственная академия искусств», кандидат философских наук, доцент;

Климин Р.М., доцент кафедры интерьера и оборудования Учреждения образования «Белорусская государственная академия искусств», доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой дизайна Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова»  
(протокол № 11 от 21.06.17);

Научно-методическим советом Частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова»  
(протокол № 4 от 29.06.17).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа (далее – программа) учебной дисциплины (далее – дисциплина) «Конструирование» разработана для обучающихся на первой ступени высшего образования по специальности 1-19 01 01 «Дизайн (по направлениям)», направлению специальности 1-19 01 01-02 «Дизайн (предметно-пространственной среды)», специализация 1-19 01 01-02 02 «Дизайн интерьеров».

Настоящая программа разработана для дисциплины «Конструирование», освещающей вопросы инженерно-конструктивного обеспечения дизайнерских проектных решений средовых объектов. Дисциплина «Конструирование» тесно связана с такими специальными дисциплинами государственного компонента, как «Дизайн-проектирование» и «Материаловедение и технологии».

В течение третьего – восьмого семестра студенты параллельно осваивают дисциплины «Дизайн-проектирование», «Конструирование» и «Материаловедение и технологии». При этом в дизайн-проектах реализуются конструктивные решения, разработанные в ходе выполнения практических работ по дисциплине «Конструирование», а выполнение практических работ по дисциплине «Материаловедение и технологии» начинается с разработки их конструктивной подосновы. Для окончательного закрепления знаний и отработки навыков по дисциплине «Конструирование» предназначена курсовая работа, соотносящаяся с дизайн-проектом так же, как и практические работы, но на более высоком уровне сложности.

Настоящая программа разбита на четыре раздела: «Конструкции зданий и сооружений», «Инженерное и специальное оборудование зданий», «Инженерное благоустройство территорий», «Конструкции мебели».

При освоении указанных разделов к студентам должно прийти понимание того, что дизайнерские проектные решения могут воплощаться исключительно в материальной форме – в определенных изделиях и конструкциях. От тех и других в значительной мере зависит как образность дизайн-объекта, так и его технико-экономические характеристики: надежность, единовременная стои-

мость, расходы на эксплуатацию, срок службы и т. д. Облегчают указанное понимание ориентировочные расчеты ряда простых по форме конструкций и конструктивных элементов.

Кроме того, важно привить студентам постоянное стремление к внедрению конструктивных инноваций и выявлению, без принижения главенствующей роли художественно-образного начала, взаимосвязи между конструктивными решениями, нагрузками и воздействиями на дизайн-объекты и их конструкции, а также условиями эксплуатации.

**Цель** дисциплины – сформировать у студентов способность к инженерно-конструкторскому обеспечению своей многогранной профессиональной деятельности в качестве дизайнера предметно-пространственной среды.

**Задачи** дисциплины заключаются в обучении будущих дизайнеров предметно-пространственной среды (интерьеров), во-первых, обусловленному в художественно-образном смысле проектированию конструктивной составляющей средовых дизайн-объектов и их компонентов или, иными словами, конструктивному формированию (конструированию) среды, а во-вторых, должному пониманию конструктивной сущности дизайн-объектов и их компонентов при анализе и оценке того и другого.

В результате изучения дисциплины студент должен:

***знать***

– классификацию и виды конструкций зданий и сооружений, систем и элементов инженерного оборудования зданий, элементов инженерного благоустройства городских территорий, а также конструкций мебельных изделий;

– нормативные и эстетические требования к конструкциям зданий и сооружений, системам и элементам инженерного оборудования зданий, элементам инженерного благоустройства городских территорий, а также конструкциям мебельных изделий;

– методы и принципы конструктивного формирования зданий и сооружений, систем и элементов инженерного оборудования зданий, элементов инженерного благоустройства городских территорий, а также мебельных изделий;

– вопросы конструктивной безопасности зданий и сооружений, систем и элементов инженерного оборудования зданий, элементов инженерного благоустройства городских территорий, а также мебельных изделий;

– основные требования норм по разработке и оформлению проектно-конструкторской документации;

#### ***уметь***

– обоснованно выбирать при дизайн-проектировании конкретные типы конструкций зданий и сооружений, систем и элементов инженерного оборудования зданий, элементов инженерного благоустройства городских территорий, а также конструкций мебельных изделий, учитывая нормативные и эстетические требования;

– осуществлять при дизайн-проектировании конструктивное формирование безопасных зданий и сооружений, систем и элементов инженерного оборудования зданий, элементов инженерного благоустройства городских территорий, а также мебельных изделий, придерживаясь нормативных требований;

#### ***владеть***

– навыками проведения экспертизы конструктивного решения зданий и сооружений, систем и элементов инженерного оборудования зданий, элементов инженерного благоустройства городских территорий, а также мебельных изделий;

– навыками работы с технической и научно-технической информацией.

В процессе изучения дисциплины студент приобретает следующие компетенции:

#### ***академические***

– АК-1. Владеть базовыми научно-теоретическими знаниями в области художественных и научно-технических дисциплин и применять их для решения теоретических и практических задач профессиональной деятельности;

– АК-2. Владеть методикой системного и сравнительного анализа, междисциплинарным подходом к решению проблем, находить решения на стыке разных дисциплин, связанных с теорией и практикой дизайна;

- АК-4. Уметь работать самостоятельно;
- АК-5. Быть способным к творческой, креативной работе;
- АК-9. Уметь учиться, быть расположенным к постоянному повышению профессиональной квалификации;

***социально-личностные***

- СЛК-1. Обладать зрелым гражданским сознанием;
- СЛК-7. Уметь работать в коллективе;

***профессиональные – в проектно-художественной деятельности***

- ПК-1. Владеть методологией дизайн-проектирования;
- ПК-2. Осуществлять дизайн-проектирование с учетом соотношения смыслообразующих и формообразующих факторов (художественно-формальных, эргономических, инженерно-психологических, технологических, конструктивных, экологических, социально-культурных, экономических) в условиях как аналогового, так и безаналогового проектирования;
- ПК-5. Осуществлять экспертную оценку уровня дизайнерского решения по основным смыслообразующим и формообразующим факторам;

***профессиональные – в проектно-исследовательской деятельности***

- ПК-8. Работать с научно-исследовательской литературой;
  - ПК-11. Анализировать конструктивные решения продуктов дизайн-деятельности;
  - ПК-12. Анализировать результаты собственных дизайн-решений;
- профессиональные – в организационно-управленческой деятельности:
- ПК-13. Планировать работу над дизайн-проектом и аргументированно защищать ее результаты;
  - ПК-14. Вести проектную, деловую и отчетную документацию по установленным формам.

Форма получения высшего образования – очная.

На изучение дисциплины отводится 297 часов, в том числе 188 – на аудиторские занятия (52 – лекции, 136 – практические занятия) и 109 – на самостоятельную работу студентов.

Часы на аудиторные занятия (АЗ), в том числе лекции (Л) и практические занятия (ПЗ), а также самостоятельную работу студентов (СРС) распределяются по семестрам следующим образом:

- 3-й семестр: 34 – АЗ (16 – Л, 18 – ПЗ) и 11 – СРС;
- 4-й семестр: 34 – АЗ (16 – Л, 18 – ПЗ) и 16 – СРС;
- 5-й семестр: 18 – АЗ (4 – Л, 14 – ПЗ) и 10 – СРС;
- 6-й семестр: 34 – АЗ (4 – Л, 30 – ПЗ) и 24 – СРС;
- 7-й семестр: 34 – АЗ (6 – Л, 28 – ПЗ) и 24 – СРС;
- 8-й семестр: 34 – АЗ (6 – Л, 28 – ПЗ) и 24 – СРС.

На выполнение курсовой работы студентам отводится по 36 часов в 8-м семестре.

Распределение зачетных единиц: 3-й семестр – 1, 4-й семестр – 2, 5-й семестр – 1, 6-й семестр – 1, 7-й семестр – 3, 8-й семестр (без курсовой работы) – 2, курсовая работа – 1.

Формы текущей аттестации – экзаменационный просмотр (в 3-м – 7-м семестрах) и экзамен (в 8-м семестре).

Используются следующие методы обучения: проблемный (реализуется на лекциях), а также творческий, учебно-исследовательский и проектный (реализуются на практических занятиях).

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## **Введение в дисциплину**

Общие сведения. Место дисциплины в системе профессиональной подготовки дизайнеров предметно-пространственной среды. Цель и задачи дисциплины. Краткий обзор мирового и отечественного опыта в области, охватываемой дисциплиной «Конструирование», тенденции в этой области.

## **Раздел 1. Конструкции зданий и сооружений**

### **Тема 1.1. Требования к строительным конструкциям, основы конструктивного проектирования строительных конструкций**

Технологические, технические, эксплуатационные, экономические, эстетические и экологические требования. Безопасность строительных конструкций. Нормирование требований к строительным конструкциям.

Правила разработки и оформления проектно-конструкторской документации.

Классификация строительных конструкций. Важнейшие положения механики материалов и конструкций применительно к строительству. Основные принципы формообразования строительных конструкций.

Классификация конструктивных и конструктивно-технологических систем зданий и сооружений. Особенности конструктивных систем в зависимости от материального воплощения. Объемно-пространственные возможности различных конструктивно-технологических систем.

### **Тема 1.2. Основания, элементы нижней части, несущие остовы, стены и лестницы малоэтажных гражданских зданий**

Основания. Ленточные, столбчатые, свайные, плитные и прочие фундаменты. Защита строительных объектов от грунтовой влаги и подземных газов. Архитектурные детали подножия зданий.

Особенности конструктивных систем. Однослойные и слоистые наружные стены на основе мелкоштучных каменных изделий, монолитного бетона, дерева, металла и других материалов. Внутренние стены. Перегородки. Перекрытия, обрамляющие профили, пилястры и другие детали стен.

Внутренние и наружные лестницы.

### **Тема 1.3. Заполнения световых проемов гражданских зданий**

Строительные стекла и стеклопакеты. Окна с коробками и переплетами из дерева, поливинилхлорида, алюминия и других материалов. Оконная фурнитура. Конструкции из стеклоблоков и стеклопрофилита. Солнцезащитные устройства. Внутренние затеняющие устройства: шторы, жалюзи и прочее.

### **Тема 1.4. Перекрытия и скатные крыши малоэтажных гражданских зданий**

Перекрытия на основе мелкогабаритных элементов: по балкам, сборно-монолитные. Перекрытия на основе железобетонных плит. Особенности перекрытий междуэтажных, чердачных, над подпольями и подвалами. Полы по перекрытию и грунту. Подвесные и натяжные потолки малоэтажных зданий. Архитектурные детали потолков и полов.

Стропильные конструкции из разных материалов. Кровли над холодными чердаками и отапливаемыми помещениями. Крыши-террасы. Скатные кровли с озеленением. Конструктивные особенности мансардных окон, их интеграция в конструкции крыш. Архитектурно-конструктивные решения карнизов. Системы наружного водоотвода.

### **Тема 1.5. Каркасные общественные здания**

Виды каркасов в зависимости от способов обеспечения их жесткости, материалов элементов и степени сборности. Связевые конструкции. Наружные и внутренние стены, перегородки. Перекрытия больших пролетов: на основе металлических балочных клеток и железобетонных конструкций. Подвесные и на-

тяжные потолки в случае перекрытий больших пролетов. Парадные и эвакуационные лестницы.

### **Тема 1.6. Витражные системы остекления, остекленные двери и оконные витрины**

Фасадные системы: стандартные фасады, структурные фасады, полуструктурные фасады. Зимние сады. Светопрозрачные межкомнатные перегородки. Остекленные двери: распашные, раздвижные, револьверные. Оконные витрины разных видов.

### **Тема 1.7. Большепролетные плоские крыши, фонари**

Безраспорные плоскостные конструкции: плиты, балки, фермы. Распорные плоскостные конструкции. Перекрестные системы: перекрестно-ребристые и перекрестно-стержневые конструкции. Плоские кровли с прямым и обратным расположением слоев. Плоские кровли с озеленением. Подвесные и натяжные потолки.

Световые, светоаэрационные и аэрационные фонари. Зенитные фонари. Прямоугольные, трапециевидные и М-образные фонари. Шедовые фонари.

### **Тема 1.8. Крупнопанельные и объемно-блочные гражданские здания**

Конструктивно-технологические системы. Наружные и внутренние стеновые панели. Объемные блоки. Перекрытия и крыши на основе крупноэлементных конструкций. Сопряжения элементов. Перегородки. Особенности других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.) и строительной части инженерного оборудования.

### **Тема 1.9. Каркасные жилые (и подобные им общественные) здания**

Особенности конструктивно-технологических систем. Наружные и внутренние стены, перегородки. Перекрытия. Сопряжения элементов. Особенности других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.) и строитель-

ной части инженерного оборудования. Особенности конструкций высотных зданий.

### **Тема 1.10. Монолитные и сборно-монолитные гражданские здания с несущими стенами**

Конструктивно-технологические типы. Виды опалубок и их влияние на объемно-пространственные решения зданий. Особенности наружных и внутренних стен, перекрытий, крыш, других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.) и строительной части инженерного оборудования.

### **Тема 1.11. Многоэтажные гражданские здания с несущими стенами из мелкоштучных каменных изделий и крупных блоков**

Особенности конструктивно-технологических систем. Наружные и внутренние стены. Особенности перекрытий, крыш, строительной части инженерного оборудования и других конструкций (балконов, лоджий, эркеров, лестниц и т.д.). Особенности сопряжений элементов.

### **Тема 1.12. Основы проектирования зданий с пространственными конструкциями покрытий**

Формообразование регулярных и нерегулярных поверхностей. Классификация пространственных конструкций. Особенности объемно-планировочных и конструктивных решений общественных зданий с пространственными конструкциями.

### **Тема 1.13. Пространственные конструкции покрытий**

Оболочки положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане. Купола. Цилиндрические оболочки и складки. Складчатые, бочарные и волнистые своды. Кровли.

Однопоясные и двухпоясные висячие конструкции. Седловидные напряженные сетки. Мембранные конструкции. Вантовые и висячие комбинированные конструкции. Кровли.

Воздухоопорные пневматические оболочки. Воздухонесомые пневматические оболочки. Тентовые конструкции.

### **Тема 1.14. Заглубленные сооружения**

Тоннели, подземные переходы и станции метрополитена. Подвалы и погреба. Заглубленные гаражи. Лифты и эскалаторы в заглубленных сооружениях.

### **Тема 1.15. Промышленные здания**

Каркасы одноэтажных, двухэтажных и многоэтажных промышленных зданий. Подъемно-транспортное оборудование. Наружные ограждающие конструкции. Полы. Перегородки, ворота, лестницы и другие элементы промышленных зданий.

## **Раздел 2. Инженерное и специальное оборудование зданий**

### **Тема 2.1. Отопительное оборудование**

Теплогенерирующие системы: котлы, печи, камины, дымоходы, трубы, тепловые насосы, солнечные коллекторы и прочее. Распределение тепловой энергии. Радиаторы и греющие поверхности: чугунные радиаторы, плоские радиаторы, теплые полы и другое. Размещение отопительного оборудования в зданиях, его влияние на формирование фасадов и интерьеров.

### **Тема 2.2. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха**

Приточно-вытяжная, принудительная и смешанная вентиляция. Вентиляционное и кондиционерное оборудование, теплообменники. Влияние элементов систем вентиляции и кондиционирования на формирование фасадов и интерьеров.

### **Тема 2.3. Санитарно-техническое оборудование**

Системы водоснабжения и канализации. Виды и размещение санитарно-технического оборудования. Санитарные узлы. Влияние элементов санитарно-технического оборудования и систем водоснабжения и канализации на формирование интерьеров.

### **Тема 2.4. Осветительное оборудование**

Источники искусственного света. Классификация светильников. Особенности конструктивных решений подвесных, потолочных, настенных, встраиваемых и прочих светильников. Световые потолки, панели и полосы. Световые карнизы. Влияние осветительного оборудования на формирование интерьеров архитектурных сооружений.

### **Тема 2.5. Вертикальный транспорт и прочее инженерное оборудование**

Пассажирские, грузовые, панорамные, обзорные лифты. Эскалаторы. Подъемники для инвалидов. Кухонное оборудование в гражданских зданиях. Встроенная мебель. Системы пылеудаления. Мусоропроводы. Размещение вертикального транспорта и прочего инженерного оборудования в архитектурных сооружениях.

### **Тема 2.6. Взаимосвязь функционально-технологических решений интерьеров и их конструктивного обеспечения, специальное оборудование**

Особенности взаимосвязи функционально-технологических решений интерьеров и их конструктивного обеспечения на примере многофункциональных зальных помещений, имеющих трансформирующиеся вертикальные ограждения и покрытие. Специальное оборудование: сборно-разборные трибуны для зрителей, мобильные сцены и прочее.

## **Раздел 3. Инженерное благоустройство территорий**

### **Тема 3.1. Малые архитектурные формы, садово-парковая мебель и оборудование**

Оборудование детских и спортивных площадок. Садово-парковая мебель. Малая скульптура. Вазоны. Урны. Беседки. Бельведеры. Навесы. Перголы. Трельяжи. Арки. Малые парковые павильоны и киоски.

Уличное освещение. Рекламные щиты. Указатели.

### **Тема 3.2. Элементы ландшафтного благоустройства**

Пандусы и лестницы. Мощения и дорожки. Подпорные и декоративные стенки. Ограды и приствольные ограждения. Мостики.

### **Тема 3.3. Естественные и искусственные водоемы, водные устройства**

Инженерное благоустройство естественных водоемов и пляжей. Крепления откосов водоемов.

Пруды, бассейны и декоративные бассейны. Водопады, пороги и каскады. Каналы. Ручьи и протоки. Канавы. Фонтаны. Источники и родники. Питьевые фонтанчики.

## **Раздел 4. Конструкции мебели**

### **Тема 4.1. Основы конструирования столярно-мебельных изделий**

Древесина и древесные материалы, используемые для производства мебели. Сорты пиломатериалов и полуфабрикатов. Древесные породы как конструкционный и отделочный материал.

Основные требования, предъявляемые к мебели. Классификация мебели. Основы конструирования мебели. Конструктивные решения соединений, деталей, узлов и элементов мебели.

## **Тема 4.2. Функциональные параметры и конструктивные особенности мебели различного назначения**

Мебель бытовая. Мебель для предприятий общественного питания. Мебель для зрелищных предприятий. Мебель дошкольная и школьно-лабораторная.

## **Тема 4.3. Правила оформления конструкторской документации на мебельные изделия**

Стадии разработки конструкторской документации. Основные этапы и методы конструирования мебельных изделий. Виды конструкторских документов. Общие правила выполнения чертежей мебельных изделий. Предпочтительные масштабы чертежей. Чертежи мебельных изделий.

## ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Курсовая работа, являющаяся по виду расчетно-графической, выполняется в 8-м семестре на основе материалов дизайн-проекта «Городской театр (районный общественно-культурный центр)». Разработанные в курсовой работе решения объясняют и уточняют определенные в ходе дизайн-проектирования основные формы объекта и его элементов.

### **Цель курсовой работы:**

– выработать у обучающихся навыки разработки принципиальных конструктивных решений ключевой части общественного здания со сложной функцией и одного из его специфических мебельных изделий, а также умение обосновывать выбор основных технических характеристик подобных зданий и их специфических мебельных изделий.

### **Примерный объем задания**

Курсовая работа состоит из чертежей и пояснительной записки.

Чертежи выполняются на трех белых листах формата А3 (297×420 мм), на которых вычерчиваются в полихромной комбинированной графике (ручная и компьютерная) или компьютерной графике следующие изображения:

1. План несущих конструкций покрытия над зрительным залом; М 1:200;
2. План несущих конструкций междуэтажного перекрытия, на котором находится пол зрительного зала; М 1:200;
3. Половина поперечного разреза зрительного зала в его самом широком месте при направлении взгляда в сторону сцены; М 1:100;
4. Фрагмент продольного разреза зрительного зала (показать стену, междуэтажное перекрытие с его вертикальными опорами, отопительный прибор, контуры двух кресел и места их крепления к перекрытию); М 1:20;

5. Фрагмент продольного разреза зрительного зала (показать стену, конструкцию покрытия над зрительным залом, акустический потолок, потолочный осветительный прибор); М 1:20;

6. Чертежи кресла для зрительного зала в оговоренных с преподавателем масштабах.

Пояснительная записка выполняется на белых листах формата А4 (210×297 мм).

В пояснительной записке отражаются следующие вопросы:

1. Общая характеристика здания.
2. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия площадки строительства здания;
3. Климатические и метеорологические условия района строительства, расчетные параметры наружного воздуха;
4. Конструктивные решения, обеспечивающие прочность, жесткость и устойчивость здания;
5. Основные строительные конструкции и материалы;
6. Электроснабжение и электроосвещение;
7. Водоснабжение и канализация;
8. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха;
9. Энергетическая эффективность.
10. Конструкция кресла для зрительного зала.

Каждый из вышеперечисленных вопросов иллюстрируется.

Преподавателю в рамках курсовой работы на каждого студента отводится 3 часа учебной нагрузки.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа студентов	Методическое обеспечение	Литература	Форма контроля знаний
			Лекции	Практические занятия	Иное				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>2-й курс, 3-й семестр – 45 часов</b>									
	Введение в дисциплину	2	2	–	–	–	ПМ		О, П
<b>1</b>	<b>Конструкции зданий и сооружений</b>								
1.1	Требования к строительным конструкциям, основы конструктивного проектирования строительных конструкций	13	4	6	–	3	Н, ЛР, ПМ	[1] [2] [3] [4] [14] [15] [16] [17]	О, П
1.2	Основания, элементы нижней части, несущие остовы, стены и лестницы малоэтажных гражданских зданий	13	4	6	–	3		[1] [3] [4] [5] [16]	О, П
1.3	Заполнения световых проемов гражданских зданий	6	2	2	–	2		[3] [4] [5] [6] [14] [15]	О, П
1.4	Перекрытия и скатные крыши малоэтажных гражданских зданий	11	4	4	–	3		[1] [3] [4] [5] [14] [15] [16]	О, П
	<b>Итого в 3-м семестре</b>	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>11</b>			
	<b>Форма текущей аттестации</b>								<b>ЭП</b>
<b>2-й курс, 4-й семестр – 50 часов</b>									
1.5	Каркасные общественные здания	13	4	4	–	5	Н, ЛР, ПМ	[1] [14] [15]	О, П
1.6	Витражные системы остекления, остекленные двери и оконные витрины	15	4	6	–	5		[1] [6] [15]	О, П

1.7	Большепролетные плоские крыши, фонари	11	4	4	–	3		[1] [2] [14]	О, П
1.8	Крупнопанельные и объемно-блочные гражданские здания	11	4	4	–	3		[1] [14] [15]	О, П
<b>Итого в 4-м семестре</b>		<b>50</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>16</b>			
<b>Форма текущей аттестации</b>									<b>ЭП</b>
<b>3-й курс, 5-й семестр – 28 часов</b>									
1.9	Каркасные жилые (и подобные им общественные) здания	22	2	10	–	10		[1] [14] [15]	О, П
1.10	Монолитные и сборно-монолитные гражданские здания с несущими стенами	5	1	2	–	2	Н, ЛР, ПМ	[1] [14] [15]	О, П
1.11	Многоэтажные гражданские здания с несущими стенами из мелкоштучных каменных изделий и крупных блоков	5	1	2	–	2		[1] [14] [15]	О, П
<b>Итого в 5-м семестре</b>		<b>28</b>	<b>4</b>	<b>14</b>		<b>10</b>			
<b>Форма текущей аттестации</b>									<b>ЭП</b>
<b>3-й курс, 6-й семестр – 58 часов</b>									
1.12	Основы проектирования зданий с пространственными конструкциями покрытий	19	1	10	–	8		[1] [2] [14]	О, П
1.13	Пространственные конструкции покрытий	29	1	16	–	12	Н, ЛР, ПМ	[1] [2] [14]	О, П
1.14	Заглубленные сооружения	5	1	2	–	2		[1] [7] [14] [16]	О, П
1.15	Промышленные здания	5	1	2	–	2		[1] [14]	О, П
<b>Итого в 6-м семестре</b>		<b>58</b>	<b>4</b>	<b>30</b>		<b>24</b>			
<b>Форма текущей аттестации</b>									<b>ЭП</b>
<b>4-й курс, 7-й семестр – 58 часов</b>									
<b>2</b>	<b>Инженерное и специальное оборудование зданий</b>								
2.1	Отопительное оборудование	11	1	6	–	4	Н, ЛР, ПМ	[3] [4] [8]	О, П
2.2	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	9	1	4	–	4		[3] [4] [8]	О, П
2.3	Санитарно-техническое оборудование	11	1	6	–	4		[3] [8]	О, П
2.4	Осветительное оборудование	9	1	4	–	4		[3] [9]	О, П
2.5	Вертикальный транспорт и прочее инженерное оборудование	9	1	4	–	4		[1] [4]	О, П
2.6	Взаимосвязь функционально-технологических решений интерьеров и их конструктивного обеспечения, специальное оборудование	9	1	4	–	4		[10]	О, П
<b>Итого в 7-м семестре</b>		<b>58</b>	<b>6</b>	<b>28</b>		<b>24</b>			
<b>Форма текущей аттестации</b>									<b>ЭП</b>

4-й курс, 8-й семестр – 58 часов									
<b>3</b>	<b>Инженерное благоустройство городских территорий</b>								
3.1	Малые архитектурные формы, садово-парковая мебель и оборудование	5	1	2	–	2	Н, ЛР, ПМ	[11] [12] [18]	О, П
3.2	Элементы ландшафтного благоустройства	5	1	2	–	2		[11] [12] [18]	О, П
3.3	Естественные и искусственные водоемы, водные устройства	5	1	2	–	2		[12] [18]	О, П
<b>4</b>	<b>Конструкции мебели</b>								
4.1	Основы конструирования столярно-мебельных изделий	15	1	8	–	6	Н, ЛР, ПМ	[13] [19] [20]	О, П
4.2	Функциональные параметры и конструктивные особенности мебели различного назначения	15	1	8	–	6		[13] [19] [20]	О, П
4.3	Правила оформления конструкторской документации на мебельные изделия	13	1	6	–	6		[13] [19] [20]	О, П
	<b>Курсовая работа</b>	<b>36</b>	–	–	–	<b>36</b>			<b>ЗКР</b>
	<b>Итого в 8-м семестре</b>	<b>58</b>	<b>6</b>	<b>28</b>		<b>24</b>			
	<b>Форма текущей аттестации</b>								<b>Э</b>
	<b>Итого по видам занятий</b>	<b>297</b>	<b>52</b>	<b>136</b>		<b>109</b>			

В учебно-методической карте использованы следующие сокращения:

ЗКР – защита (курсовой работы);

ЛР – лучшие работы студентов по дисциплине «Конструирование» из методического фонда кафедры;

Н – нормативная документация;

О – устный опрос;

П – рабочий просмотр;

ПМ – презентационные материалы (чертежи, рисунки, фотографии и т.п.);

Э – экзамен;

ЭП – экзаменационный просмотр.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Казбек-Казиев, З. А. Архитектурные конструкции / З. А. Казбек-Казиев [и др.] ; под ред. З. А. Казбек-Казиева : учеб. для вузов по спец. «Архитектура». – М. : Архитектура-С, 2011. – 341 с.
2. Голосов, В. Н. Инженерные конструкции : учеб. для вузов по специальности «Архитектура» / В. Н. Голосов [и др.] ; под. ред. В. В.Ермолова. – М. : Высшая школа, 1991. – 408 с.
3. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии / Х.Фрей [и др.] ; под ред. Х. Нестле. – М. : Техносфера, 2013. – 864 с.
4. Нойферт, Э. Строительное проектирование : учебно-справочное пособие по направлению «Архитектура» : [перевод с немецкого] / Э. Нойферт. – М. : Архитектура-С, 2014. – 592 с.
5. Нойферт, П. Проектирование и строительство. Дом, квартира, сад : [перевод с немецкого] / П. Нойферт, Л. Нефф. – М. : Архитектура-С, 2005. – 264 с.
6. Борискина, И. В. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий: учеб. пособие / И. В.Борискина, А. А. Плотников, А. В. Захаров. – М. : Изд-во АСВ, 2003. – 320 с.
7. Конюхов, Д. С. Использование подземного пространства : учеб. пособие для вузов / Д. С. Конюхов. – М. : Архитектура-С, 2004. – 296 с.
8. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений : учебник / Е. Н. Бухаркин, К. С. Орлов, О. Р. Самусь и др. ; под ред. Ю. П. Соснина. – 3-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 2009. – 415 с.
9. Семёнов, Б. Ю. Экономичное освещение для всех / Б. Ю. Семёнов. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. – 224 с.
10. Савченко, В. В. Многоцелевые зрелищные и спортивные залы / В. В. Савченко. – К. : Будивэльник, 1990. – 160 с.

11. Красильникова, Л. Г. Инженерное благоустройство городских территорий в архитектурном проектировании : учеб. пособие / Л. Г. Красильникова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 103 с.

12. Теодоронский, В. С. Садово-парковое строительство : учебник для студентов спец. 260500 / В. С. Теодоронский. – М. : МГУЛ, 2003. – 336 с.

13. Барташевич, А. А. Конструирование мебели : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Технология и дизайн мебели» / А. А. Барташевич, С. П. Трофимов. – Минск : Современная школа, 2006. – 336 с.

### **Перечень дополнительной литературы**

14. Благовещенский, Ф. А. Архитектурные конструкции / Ф. А. Благовещенский, Е. Ф. Букина. – М. : Архитектура-С, 2011. – 232 с.

15. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий : учебник / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова. – М. : Изд-во АСВ, 2000. – 280 с.

16. Жуков, Д. Д. Архитектурные конструкции малоэтажных гражданских зданий : учебно-метод. пособие к выполнению практических работ по курсу «Архитектурные конструкции» для студ. спец. Г.11.15 – «Архитектура» / Д. Д. Жуков. – Минск : БГПА, 1997. – 24 с.

17. Гордон, Дж. Конструкции, или Почему не ломаются вещи / Дж. Гордон. – М. : Мир, 1980. – 237 с.

18. Бакутис, В. Э. Инженерное благоустройство городских территорий : Учебник для вузов / В. Э. Бакутис, В. А. Горохов, Л. Б. Лунц, О. С. Расторгуев. – 2-е изд. – М. : Стройиздат, 1979. – 239 с.

19. Барташэвіч, А. А. Канструяванне мэблі. Частка I / А. А. Барташэвіч, С. П. Трафімаў, С. А. Асока, Л. У. Ігнатовіч, А. В. Крывянок – Минск : Беларускае дзяржаўнае тэхналагічнае ўніверсітэт, 1997. – 95 с.

20. Барташэвіч, А. А. Канструяванне мэблі. Частка II / А. А. Барташэвіч, Л. У. Ігнатовіч, С. А. Асока, С. П. Трафімаў, А. В. Крывянок. – Мінск : Беларускае дзяржаўнае тэхналагічнае ўніверсітэт, 1999. – 64 с.

## Перечень (тематика) практических заданий

1. Требования к строительным конструкциям.
2. Основания и элементы нижней части малоэтажных гражданских зданий.
3. Несущие остовы малоэтажных гражданских зданий.
4. Стены малоэтажных гражданских зданий.
5. Лестницы малоэтажных гражданских зданий.
6. Заполнения световых проемов гражданских зданий.
7. Перекрытия малоэтажных гражданских зданий.
8. Скатные крыши малоэтажных гражданских зданий.
9. Виды каркасов общественных зданий в зависимости от способов обеспечения их жесткости, материалов элементов и степени сборности. Связевые конструкции.
10. Наружные и внутренние стены, перегородки каркасных общественных зданий.
11. Перекрытия больших пролетов каркасных общественных зданий на основе металлических балочных клеток.
12. Перекрытия больших пролетов общественных каркасных зданий на основе железобетонных конструкций.
13. Подвесные и натяжные потолки каркасных общественных зданий в случае перекрытий больших пролетов.
14. Парадные и эвакуационные лестницы каркасных общественных зданий.
15. Витражные системы остекления.
16. Большепролетные плоские крыши и фонари каркасных общественных зданий.
17. Крупнопанельные гражданские здания.
18. Объемно-блочные гражданские здания.
19. Особенности конструктивно-технологических систем каркасных жилых зданий.
20. Наружные и внутренние стены, перегородки каркасных жилых зданий.
21. Перекрытия каркасных жилых зданий.

22. Сопряжения элементов каркасных жилых зданий.
23. Особенности балконов, лоджий, эркеров, лестниц, входов и строительной части инженерного оборудования каркасных жилых зданий.
24. Особенности конструкций высотных гражданских зданий.
25. Монолитные и сборно-монолитные гражданские здания с несущими стенами.
26. Многоэтажные гражданские здания с несущими стенами из мелкоштучных каменных изделий и крупных блоков.
27. Пространственные конструкции покрытий: оболочки положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане.
28. Пространственные конструкции покрытий: купола, цилиндрические оболочки и складки.
29. Пространственные конструкции покрытий: однопоясные и двухпоясные висячие конструкции.
30. Отопительное оборудование гражданских зданий.
31. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха гражданских зданий.
32. Санитарно-техническое оборудование гражданских зданий
33. Осветительное оборудование гражданских зданий
34. Специальное оборудование зрелищных общественных зданий.
35. Садово-парковая мебель.
36. Оборудование детских площадок.
37. Светильник в зоне отдыха.
38. Скамья (диван) в фойе театра.
39. Витрина бара.
40. Стойка бара со стулом барным.
41. Кресло для зрительного зала.

На практических занятиях обучающимися выполняются практические работы, позволяющие глубже усвоить теоретический материал и отработать на-

выки его проектно-конструкторского освоения. В рамках практических работ обучающиеся разрабатывают конструктивные и инженерные решения зданий, решения инженерного благоустройства и конструкции мебели, являющиеся базисным проектно-конструктивным материалом по отношению к дизайн-проектам.

## Требования к выполнению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения	Цель или задача СРС
1	2	3	4	5	6
<b>1</b>	<b>Конструкции зданий и сооружений</b>				
1.1	Требования к строительным конструкциям, основы конструктивного проектирования строительных конструкций	3	1. Повторить лекционный материал по теме 1.1. 2. Составить перечень требований к строительным конструкциям. 3. Рассчитать размеры поперечного сечения деревянной балки перекрытия.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Список. 3. Расчет с иллюстрациями.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.1.
1.2	Основания, элементы нижней части, несущие остовы, стены и лестницы малоэтажных гражданских зданий	3	1. Повторить лекционный материал по теме 1.2. 2. Нарисовать принципиальную схему несущего остова здания каркасно-стеновой конструктивной системы.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Технический рисунок.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.2.
1.3	Заполнения световых проемов гражданских зданий	2	1. Повторить лекционный материал по теме 1.3. 2. Начертить принципиальное конструктивное решение окна в стене с вентилируемой системой утепления.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.3.
1.4	Перекрытия и скатные крыши малоэтажных гражданских зданий	3	1. Повторить лекционный материал по теме 1.4. 2. Начертить узел сопряжения междуэтажного перекрытия и наружной стены. 3. Начертить поперечный разрез скатной крыши мансарды.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж. 3. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.4.
1.5	Каркасные общественные здания	5	1. Повторить лекционный материал по теме 1.5. 2. Нарисовать принципиальную схему несущего остова с рамно-связевым каркасом и большепролетными перекрытиями. 3. Начертить узел опирания большепролетного перекрытия на колонну.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Технический рисунок. 3. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.5.

1	2	3	4	5	6
1.6	Витражные системы остекления, остекленные двери и оконные витрины	5	1. Повторить лекционный материал по теме 1.6. 2. Начертить в аксонометрии принципиальное конструктивное решение витражной системы остекления (с показом элементов несущего остова здания). 3. Начертить принципиальное конструктивное решение интеграции витрины в несущую наружную стену.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж. 3. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.6.
1.7	Большепролетные плоские крыши, фонари	3	1. Повторить лекционный материал по теме 1.7. 2. Начертить фрагмент большепролетной плоской крыши с показом зенитного фонаря.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.7.
1.8	Крупнопанельные и объемно-блочные гражданские здания	3	1. Повторить лекционный материал по теме 1.8. 2. Начертить вертикальный и горизонтальный стык крупных наружных стеновых панелей.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.8.
1.9	Каркасные жилые (и подобные им общественные) здания	10	1. Повторить лекционный материал по теме 1.9. 2. Начертить планы сборного, сборно-монолитного и монолитного перекрытия. 3. Начертить два узла («вертикальный» и «горизонтальный»), включающих в себя сборно-разборную перегородку, наружную стену, колонну и междуэтажное перекрытие.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж. 3. Чертежи.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.9.
1.10	Монолитные и сборно-монолитные гражданские здания с несущими стенами	2	1. Повторить лекционный материал по теме 1.10. 2. Начертить фрагмент поперечного разреза монолитного здания, включающий в себя наружную и внутреннюю стену, два междуэтажных перекрытия.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.10.
1.11	Многоэтажные гражданские здания с несущими стенами из мелкоштучных каменных изделий и крупных блоков	2	1. Повторить лекционный материал по теме 1.11. 2. Начертить фрагмент (в пределах одного этажа и трех простенков) раскладки крупных блоков наружной и внутренней стены.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.11.
1.12	Основы проектирования зданий с пространственными конструкциями покрытий	8	1. Повторить лекционный материал по теме 1.12. 2. Разработать блок-схему классификации пространственных конструкций покрытий по основным признакам.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Блок-схема.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.12.

1	2	3	4	5	6
1.13	Пространственные конструкции покрытий	12	1. Повторить лекционный материал по теме 1.13. 2. Начертить в аксонометрии и в разрезе 12 основных видов пространственных конструкций покрытий.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.13.
1.14	Заглубленные сооружения	2	1. Повторить лекционный материал по теме 1.14. 2. Начертить поперечный разрез перронной части двухпролетной станции метро мелкого заложения.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.14.
1.15	Промышленные здания	2	1. Повторить лекционный материал по теме 1.15. 2. Начертить в мелком масштабе поперечный разрез одного пролета одноэтажного промышленного здания.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 1.15.
<b>2</b>	<b>Инженерное и специальное оборудование зданий</b>				
2.1	Отопительное оборудование	4	1. Повторить лекционный материал по теме 2.1. 2. Нарисовать схему двухтрубной системы отопления. 3. Начертить узел, включающий в себя наружную стену с окном, междуэтажное перекрытие и батарею системы отопления.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Технический рисунок. 3. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 2.1.
2.2	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	4	1. Повторить лекционный материал по теме 2.2. 2. Нарисовать схему приточно-вытяжной вентиляции многоэтажного жилого дома. 3. Начертить узел, включающий в себя наружную стену с окном, междуэтажное перекрытие, воздуховод и подвесной потолок.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Технический рисунок. 3. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 2.2.
2.3	Санитарно-техническое оборудование	4	1. Повторить лекционный материал по теме 2.3. 2. Начертить план ванной комнаты с показом санитарно-технического оборудования. 3. Начертить развертку стен ванной комнаты с показом санитарно-технического оборудования.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж. 3. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 2.3.

1	2	3	4	5	6
2.4	Осветительное оборудование	4	1. Повторить лекционный материал по теме 2.4. 2. Начертить схемы привязки светильников, выключателей и розеток жилой комнаты.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 2.4.
2.5	Вертикальный транспорт и прочее инженерное оборудование	4	1. Повторить лекционный материал по теме 2.5. 2. Начертить план и разрез лифта 4-этажного общественного здания. 3. Начертить план и разрез эскалатора.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж. 3. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 2.5.
2.6	Взаимосвязь функционально-технологических решений интерьеров и их конструктивного обеспечения, специальное оборудование	4	1. Повторить лекционный материал по теме 2.6. 2. Начертить план и разрез сборно-разборной трибуны для зрителей небольшого театра. 3. Нарисовать схему конструкции и схему функционирования противопожарного занавеса.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж. 3. Технические рисунки.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 2.6.
<b>3</b>	<b>Инженерное благоустройство городских территорий</b>				
3.1	Малые архитектурные формы, садово-парковая мебель и оборудование	2	1. Повторить лекционный материал по теме 3.1. 2. Начертить принципиальное конструктивное решение детской горки.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 3.1.
3.2	Элементы ландшафтного благоустройства	2	1. Повторить лекционный материал по теме 3.2. 2. Начертить подпорную стенку.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 3.2.
3.3	Естественные и искусственные водоемы, водные устройства	2	1. Повторить лекционный материал по теме 3.3. 2. Начертить принципиальное конструктивное решение небольшого фонтана.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертеж.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 3.3.

1	2	3	4	5	6
4	<b>Конструкции мебели</b>				
4.1	Основы конструирования столярно-мебельных изделий	6	1. Повторить лекционный материал по теме 4.1. 2. Начертить конструкцию деревянного обеденного стола: два вида, разрез и узел.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертежи.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 4.1.
4.2	Функциональные параметры и конструктивные особенности мебели различного назначения	6	1. Повторить лекционный материал по теме 4.2. 2. Начертить конструкцию школьной парты: два вида, разрез и узел.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертежи.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 4.2.
4.3	Правила оформления конструкторской документации на мебельные изделия	6	1. Повторить лекционный материал по теме 4.3. 2. Составить две спецификации деталей и материалов: 1) на изготовление деревянного обеденного стола; 2) на изготовление школьной парты.	1. Краткий конспект фрагментов литературы. 2. Чертежи.	Освоить теорию и основные принципы конструирования по теме 4.3.

## **Перечень используемых средств диагностики**

В образовательном процессе используется Положение о текущей и итоговой аттестации студентов в Частном учреждении образования «Институт современных знаний имени А.М.Широкова» по 10-балльной шкале, утвержденное ректором Института 12.09.2013 № 51.

Критерии оценок хранятся на кафедре в соответствующей папке номенклатуры дел и постоянно доступны для использования профессорско-преподавательским составом кафедры.

Для контроля качества образования используются следующие средства диагностики:

- решение задач;
- тесты по отдельным темам;
- выступления обучающихся на практических занятиях;
- устный опрос в ходе практических занятий;
- проверка выполнения графических работ.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО  
ДИСЦИПЛИНЫ «КОНСТРУИРОВАНИЕ»**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Дизайн-проектирование 2. Материаловедение и технологии 3. Черчение и начертательная геометрия	Кафедра дизайна		

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
на 2018/2019 учебный год**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры дизайна (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_)

Заведующий кафедрой дизайна,  
доцент \_\_\_\_\_ Л. Е. Дягилев

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета искусств,  
кандидат искусствоведения \_\_\_\_\_ А. О. Полосмак

## 4.2. Литература

1. Строительство. Проектная документация. Состав и содержание = Будаўніцтва. Праектная дакументацыя. Састаў і змест : ТКП 45-1.02-295-2014 (02250). – Введ. 27.03.2014 (с отменой СНБ 1.03.02-96). – Минск : Минстройархитектуры РБ, 2014. – 45 с.

2. Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта = Сістэма праектнай дакументацыі для будаўніцтва. Асноўныя патрабаванні да дакументацыі будаўнічага праекту : СТБ 2255-2012. – Введ. 12.03.2012 (с отменой на территории РБ ГОСТ 21.101-93). – Минск : Госстандарт, 2012. – 38 с.

3. Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения = Модульная каардынацыя памераў у будаўніцтве. Асноўныя палажэнні – СТБ 1922-2008. – Введ. 01.07.2009 (с отменой на территории РБ ГОСТ 28984-91). – Минск : Госстандарт, 2009. – 16 с.

4. Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения : ГОСТ 28984-2011. Межгосударственный стандарт. – Взамен ГОСТ 28984-91 ; введ. РФ 01.01.13. – М.: Стандартиформ, 2013. – 16 с.

5. Казбек-Казиев, З. А. Архитектурные конструкции / З. А. Казбек-Казиев [и др.] ; под ред. З. А. Казбек-Казиева : учеб. для вузов по спец. «Архитектура». – М. : Архитектура-С, 2011. – 341 с.

6. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии : в 2 т. / Х. Фрей [и др.] ; под ред. Х. Нестле. – М. : Техносфера, 2007. Т. 1. – 520 с.

7. Голосов, В. Н. Инженерные конструкции : учеб. для вузов по специальности «Архитектура» / В. Н. Голосов [и др.] ; под. ред. В. В. Ермолова. – М. : Высшая школа, 1991. – 408 с.

8. Гордон, Дж. Конструкции, или Почему не ломаются вещи / Дж. Гордон. – М. : Мир, 1980. – 237 с.

9. Оксанович, Л. Невидимый конфликт / Л. Оксанович ; пер. с болг. А. Н. Енютиной ; под ред. Ю. М. Веллера. – М. : Стройиздат, 1981. – 191 с.

- 10 Бархин, Б. Г. Методика архитектурного проектирования : учеб.-метод. пособие / Б. Г. Бархин. – М. : Стройиздат, 1993. – 438 с.
11. *Buduję taniej : książka dla prywatnego inwestora / Zygmunt Michnowski [et. al]* – Warszawa : Arkady, 1995.
12. Борискина, И. В. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий: учеб. пособие / И. В. Борискина, А. А. Плотников, А. В. Захаров. – М. : Изд-во АСВ, 2003. – 320 с.
- 13 Шерешевский, И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений : учеб. пособие для студентов строительных специальностей / И. А. Шерешевский. – М. : Архитектура-С, 2005. – 168 с.
14. Архитектурные конструкции гражданских зданий : Большепролетные покрытия; Каркасы; Объемные конструкции; Лестницы и лифты; Балконы, лоджии, эркеры; Светопрозрачные ограждения; Двери, встроенные шкафы и антресоли; Входы и дополнительные элементы / В. С. Волга [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Будивэльнык, 1988. – 240 с.
15. Архитектурная физика : учеб. для вузов: спец. «Архитектура» / В. К. Лицкевич, Л. И. Макриненко, И. В. Мигалина [и др.] ; Под ред. Н. В. Оболенского. – М. : Архитектура-С, 2007. – 448 с.
16. Шуллер, В. Конструкции высотных зданий: пер. с англ. / В. Шуллер. – М. : Стройиздат, 1979. – 248 с.
17. Жуков, Д. Д. Архитектурные конструкции малоэтажных гражданских зданий : учебно-метод. пособие к выполнению практических работ по курсу «Архитектурные конструкции» для студ. спец. Г.11.15 – «Архитектура» / Д. Д. Жуков. – Минск : БГПА, 1997. – 24 с.

## Содержание

Пояснительная записка.....	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1. Тематический план лекций .....	7
1.2. Лекции.....	14
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	207
2.1. Практикум по безрасчетному проектированию гражданских зданий.....	207
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	242
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	243
4.1. Учебная программа.....	243
4.2. Литература.....	275

Учебное электронное издание

Авторы-составители  
**Жуков Дмитрий Дорианович**  
**Кривёнок Олег Васильевич**

# **КОНСТРУИРОВАНИЕ**

*Электронный учебно-методический комплекс  
для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям),  
направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-  
пространственной среды), специализация 1-19 01 01-02 02 Дизайн интерьеров*

[Электронный ресурс]

Редактор *И. Б. Михнюк*  
Технический редактор *Ю. В. Хадьков*

Подписано в печать 30.12.2018.  
Гарнитура Times Roman. Объем 33,2 Мб

Частное учреждение образования  
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»  
Свидетельство о регистрации издателя №1/29 от 19.08.2013  
220114, г. Минск, ул. Филимонова, 69.

ISBN 978-985-547-265-1



9 789855 472651