

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 17.09.2021  
Уникальный программный ключ:  
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
Чебоксарский институт (филиал)



Кафедра строительного производства

# **АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ И БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине  
«Архитектурно-конструкционное проектирование высотных и большепролетных  
зданий и сооружений»**

Чебоксары 2021

**Архитектурно-конструкционное проектирование высотных и большепролетных зданий и сооружений: Методические указания к курсовому проектированию.** – / Сост. Л.А. Сакмарова; Изд-во Чебоксарского института Московского Политеха, Чебоксары, 2021. 49с.

Разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины 1ББ60 «Архитектурно-конструкционное проектирование высотных и большепролетных зданий и сооружений» для студентов вторых курсов специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализации «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» всех форм обучения.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения	4
1.2.. Нормативная база проектирования	5
1.3. Выбор участка под высотное здание	5
1.4. Объемно-планировочное решение	6
1.5. Конструктивное решение	7
1.6. Инженерное обеспечение и оборудование	12
1.7. Функциональные особенности высотных зданий	14
1.8. Технические характеристики и экономическое обоснование высотных зданий	15
1.9. Состав проекта	17
2. Требования к объему и содержанию курсового проекта	20
3. Этапы разработки графической части проекта	21
4. Структура пояснительной записки	24
Список рекомендуемой литературы	28
Приложения	29

## 1. Общие положения

Высотные здания – это новые градостроительные функционально-планировочные образования, формируемые по вертикальной оси. Высотные здания появились вследствие роста населения городов, недостатка земельных участков и их высокой стоимости.

Высотное здание может быть отдельно стоящим (развитым в вертикальной плоскости и достаточно гибким или простирающимся в горизонтальном направлении) или примыкать к другим высоким зданиям, образуя, таким образом, целый комплекс зданий. В обоих случаях здание представляет собой обособленный объект, что не мешает будущему формированию интегральной части городского комплекса, в котором жилье и деловые центры объединяются системами многоуровневых коммуникаций.

Определение высотности и степени развития здания в плане является достаточно сложным процессом выбора объемно-планировочного решения. Многие факторы должны быть при этом учтены: с одной стороны, пожелания инвестора, с другой – особенности градостроительной ситуации, ландшафт участка, характерные видовые точки восприятия объекта проектирования и пр.

Высотные здания относятся к числу наиболее сложных объектов строительства, поэтому ряд основных рекомендаций по их проектированию принимается согласованно международными общественными организациями инженеров и архитекторов – IABSE–ASCE и CIB на их регулярных симпозиумах. Сооружения высотой до 30 м отнесены к зданиям повышенной этажности, до 50, 75 и 100 метров, соответственно, к I, II и III категориям многоэтажных зданий, свыше 100 м – к высотным.

Внутри группы высотных зданий обычно прибегают к дополнительной рубрикации с градацией высоты в 100 м. Для классификации небоскребов был принят критерий высоты в метрах, а не этажности, поскольку высоты этажей принимаются различными в зависимости от назначения здания и требований национальных норм проектирования.

Рамки классификации, принятые CIB, не являются жесткими и в различных странах могут быть скользящими в соответствии со сложившимися традициями проектирования и их нормами. В частности, в Москве, практика многоэтажного массового жилищного строительства и нормы проектирования были ориентированы на высоту зданий до 75 м, сложилась тенденция отнесения зданий выше 75 м к высотным.

Высотные здания имеют специфику, существенно отличающую их от традиционных домов повышенной этажности и многоэтажных зданий. К числу основных особенностей высотных зданий относятся:

- значительные величины как статических, так и динамических нагрузок на несущие конструкции и на основания;
- высокое, иногда критическое значение горизонтальных (в первую очередь ветровых) нагрузок;
- проблемы неравномерности как величин нагрузок, так и характера их приложения;
- тщательный подбор материалов конструкций, исключая работу элементов конструкций и обеспечивающий однородность физико-механических характеристик;
- повышенная значимость воздействия природных (воздушные потоки, сейсмичность, температура и т.д.) и техногенных (вибрации, аварии, пожары, локальные разрушения) факторов на безопасность строительства и эксплуатации;
- сложные решения внутренних инженерных систем и коммуникаций, сопровождающиеся созданием дополнительных инженерных узлов, что обусловлено высотой здания;
- повышенные требования в вопросах обеспечения комплексной безопасности, включая и пожарную, предполагают использование технических решений качественно иного уровня, влияющие на выбор как объемно-планировочных, так и конструктивных решений.

Вышеперечисленные аспекты необходимо учитывать при выборе конструктивной схемы высотного здания и проектировании несущих конструкций.

## **1.2. Нормативная база проектирования**

Несмотря на накопленный мировой опыт строительства высотных зданий, общие регламентированные правила выбора конструктивных решений несущих систем, ограждающих конструкций и материалов для их реализации на сегодняшний день отсутствуют. В каждом конкретном случае инженер принимает техническое решение в соответствии с требованиями, установленными международными или национальными стандартами, нормами проектирования или другими руководящими документами.

В Российской Федерации основным руководством в процессе проектирования высотных зданий является документ МГСН 4.19–05 «Многофункциональные высотные здания и комплексы».

Концепция формирования общих требований к системе обеспечения пожарной безопасности высотных зданий определяется базовыми принципами, сформулированными в ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования» и СНиП 21–01–97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений». В соответствии со СНиП 21–01–97, проектирование высотных зданий, комплексов (кроме соблюдения действующих нормативных документов) необходимо выполнять по индивидуальным техническим условиям на проектирование по всем разделам проекта, разработанным для конкретного объекта. Технические условия на проектирование инженерных систем должны включать как особенности противопожарной защиты здания с учетом конкретных объемно-планировочных решений, так и комплекса дополнительных инженерно-технических мероприятий.

В качестве практического руководства при разработке технических условий на проектирование и строительство жилых высотных зданий (от 75 м и до 150 м) следует использовать «Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м».

## **1.3. Выбор участка для высотного здания**

Приступая к проектированию высотного здания, в каждом отдельном случае следует принять решения по следующим вопросам:

1. Выбора формы высотного здания, наиболее органично вписываемого в ансамбль города.
2. Транспортного обеспечения объекта.
3. Условий влияния объекта на инсоляцию окружающей застройки.

Первый из поставленных вопросов должен быть тщательно исследован на моделях и по данным аэрофотосъемки. При решении второго вопроса следует учитывать не только автомобильное движение, но и пешеходные потоки, потому что деловая часть города все в большей степени застраивается высотными зданиями, между которыми можно быстро и безопасно пройти пешком от станции метрополитена или от автомобильной стоянки.

В реальном проектировании высотных зданий требуется выполнение двух обязательных мероприятий, обеспечивающих их безопасность при строительстве и эксплуатации:

- независимая геотехническая экспертиза (проверка) принятых оценок и расчетных моделей оснований;
- геотехнический мониторинг в процессе строительства и эксплуатации.

Увеличение размеров зоны влияния нужно учитывать при проектировании сооружений, примыкающих к высотному зданию, и при разработке мероприятий по защите окружающей застройки. Указанные геотехнические особенности высотных зданий

делают необходимым существенное повышение требований к детальности и содержательности инженерных изысканий, к расчетам оснований и фундаментов, к выбору конструктивных типов фундаментов и технологий их устройства.

При выборе участка под строительство здания повышенной этажности в структуре многофункционального комплекса, как и любого другого функционально-планировочного образования, сохраняется комплекс градостроительных требований (решение транспортных задач, обеспечение объектами общественного обслуживания, озеленения и т. д.), которые должны быть решены с учетом объемно-пространственной специфики данных объектов.

Основной характеристикой территории под строительство высотных объектов является размещение участка в пределах квартала, составляющем для высотного здания не более 2,5 га, а для высотного градостроительного комплекса – не более 5,0 га. При этом площадь освоения территории высотных объектов характеризуется высоким уровнем – не менее 0,4 м<sup>2</sup> площади помещений на 1 м<sup>2</sup> территории.

Нормами регламентированы факторы, учитываемые при выборе параметров и функционального назначения участков территории высотного строительства, в их числе:

- визуально-ландшафтный анализ размещения градостроительного объекта для обоснования габаритов застройки;
- анализ возможности геологического риска на основании данных геологических изысканий;
- расчеты пропускной способности транспортной сети с учетом дополнительной нагрузки от объекта с целью исключения перегрузок дорожно-транспортных коммуникаций;
- прогнозная оценка изменения условий аэрации и инженерно-гидрологических условий территории объекта;
- светоклиматические расчеты уровня инсоляции и естественной освещенности;
- расчеты обеспеченности населения на прилегающих территориях озеленением и объектами общественного обслуживания в границах участка высотного образования.

#### **1.4. Объемно-планировочное решение**

Высотность зданий влияет на выбор их формы и объемно-планировочных решений. В связи с интенсивностью ветровых воздействий основным вариантом формы здания является башенная с повышенной устойчивостью в обоих направлениях (благодаря развитому поперечному сечению) и обтекаемостью объема (цилиндрического, пирамидального, призматического со скругленными углами).

Высотные здания проектируют преимущественно башенного типа с компактной центричной формой плана исходя из требований минимального ограничения инсоляции примыкающей застройки и необходимости формирования выразительного силуэта здания. В связи с радикальным влиянием на устойчивость здания ветровых воздействий с учетом возможности резонансного вихревого возбуждения колебаний зданий, его горизонтальное сечение существенно развивают (до 40х40, 50х50, 40х60 м в зависимости от высоты). Таким образом, площадь этажа высотного здания не превышает 2–2,5 тыс. кв. м даже в 80–100-этажных небоскребах. В целях снижения ветровых воздействий выбирают эффективную, в аэродинамическом отношении, объемную форму здания – цилиндрическую, пирамидальную или призматическую. В целях повышения устойчивости здания прибегают к расширению его сечения к основанию в одном или двух направлениях.

Эффективная в аэродинамическом отношении пирамидальная форма башни применяется относительно редко как по объемно-планировочным, так и конструктивным соображениям. Она не всегда хорошо согласуется с рядом распространенных конструктивных систем и требует поэтажной смены планировочных решений.

Говоря о предпочтительных формах планов высотных зданий, необходимо отметить, что при прочих равных условиях наилучшими показателями обладают сечения минимум с двумя осями симметрии. Такие здания менее других чувствительны к изменению направления действия горизонтальных нагрузок, а количество типоразмеров несущих конструкций сокращается до минимума. Практика свидетельствует о том, что сооружения сложной формы целесообразно проектировать составными из нескольких блоков, имеющих более простые по форме сечения.

На выбор пропорций высотных зданий оказывают непосредственное влияние также нормативные ограничения горизонтальных перемещений верха здания с учетом крена фундаментов в зависимости от его высоты ( $H$ ). Они должны составлять для зданий высотой до 150 м не более  $1/500 H$ , свыше 250 –  $1/1000 H$ , для промежуточных высот – по интерполяции.

Форма здания, выбираемая при проектировании, непосредственно влияет на расход строительных материалов и теплопотери объекта. Поэтому в решении объемно-планировочных задач при выборе вариантов (в случаях удовлетворительного решения функциональных требований) целесообразно отдавать предпочтение вариантам компактной формы с минимальным удельным расходом наружных ограждающих конструкций. Обтекаемая форма и четкая ориентация застройки к направлению господствующего ветра позволяет снижать скорость ветра у здания на 50–70% и, соответственно, уменьшать его теплопотери.

Существенное влияние на сокращение теплопотерь оказывают решение оконных проемов (выбор размеров, ориентация и т. д.) и применение дополнительных мер по сокращению теплопотерь в ночное время, например, трансформируемого остекления лоджий. При этом форма и размеры здания должны выбираться таким образом, чтобы было максимально обеспечено положительное воздействие наружного климата на тепловой баланс объекта и нейтрализовано отрицательное.

В большинстве современных высотных зданий, имеющих, как правило, достаточно большую глубину, при компоновке объемно-планировочного решения стремятся максимально открыть внутреннее пространство и освободить его от несущих элементов. Это продиктовано как необходимостью создания условий для свободной планировки этажей, так и требованиями противопожарной защиты вертикальных несущих конструкций. Последние, при относительно большом шаге, целесообразно располагать в угловых зонах помещений и других местах с ограниченным доступом и обзором. При этом колонны, пилоны и другие элементы могут быть защищены от воздействия высоких температур и декоративно оформлены.

Объемно-планировочное решение здания должно удовлетворять функциональным и санитарно-гигиеническим требованиям, для чего необходимо определить состав, размеры и взаимное расположение основных, обслуживающих, коммуникационных и технических помещений. Помещения, близкие по назначению и размерам, размещают в типовых этажах здания; входные узлы, большие залы – в нетиповых.

### **1.5. Конструктивное решение**

Конструктивное решение высотного здания непосредственно связано с планировочными решениями и решением систем инженерного обслуживания здания и должно удовлетворять требованиям прочности, устойчивости и жесткости, что обеспечивает долговечность сооружения.

Конструкции фундаментов. Фундаменты должны проектироваться на основе и с учетом:

- а) результатов инженерных изысканий для строительства;
- б) сведений о сейсмичности района строительства;
- в) данных, характеризующих назначение, конструктивные и технологические особенности сооружения и условия его эксплуатации;

- г) нагрузок, действующих на фундаменты;
- д) окружающей застройки и влияния на нее вновь строящихся сооружений;
- е) экологических требований;

ж) технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений для выбора наиболее экономичного и надежного проектного решения, обеспечивающего наиболее полное использование прочностных и деформационных характеристик грунтов и физико-механических свойств материалов фундаментов и других подземных конструкций.

Эффективность технического решения фундамента высотного здания существенно возрастает при его заглублении.

В настоящее время при проектировании и строительстве высотных зданий широкое применение получили три типа фундаментов: свайные, плитные и плитно-свайные.

Конструирование высотных зданий имеет свою специфику с точки зрения объемной формы, пропорций, выбора конструктивных систем и элементов зданий.

В современном высотном строительстве применяют различные конструктивные системы и схемы с разнообразными вариантами компоновок. Форма плана, общая пространственная композиция и высота здания взаимосвязаны, они зависят от градостроительных факторов, природно-климатических условий, а также технологических, экономических и эксплуатационных возможностей применяемых конструкций (приложение, рис. 1). Здания с компактными планами (приложение, рис. 1а) обычно нуждаются лишь в опорах вдоль наружных стен и центральном ядре жесткости. Протяженные узкие здания имеют, как правило, ряд колонн у наружных стен и один или два дополнительных ряда внутри здания (приложение, рис. 1б).

Независимо от высоты здания, при разработке его объемно-планировочного решения максимально стараются придерживаться пропорций, обеспечивающих требуемую жесткость строения и ограничивающих колебания верхней части при знакопеременных горизонтальных нагрузках. Обычно отношение меньшего размера в плане к высоте здания составляет 1:7 – 1:8. При соотношениях больше указанных неоправданно увеличивается площадь застройки, а при уменьшении – заметно возрастает деформативность несущего остова, что негативно сказывается на технико-экономических показателях.

Вместе с тем, все конструктивные системы можно разделить на три категории каркасные, стеновые и смешанные (приложение, рис. 2).

В свою очередь, каркасные системы подразделяются на рамно-каркасные, каркасные с диафрагмами жесткости, каркасно-ствольные. Среди стеновых систем следует выделить схемы с перекрестными стенами и коробчатые (оболочковые). Смешанные системы сочетают в себе отдельные признаки двух других систем, к ним относят каркасно-ствольные и коробчато-ствольные.

Любое каркасное здание состоит из отдельных элементов, выполняющих в общей системе определенные функции. В систему высотного каркаса к этим элементам относят вертикальные элементы (колонны, рамы, диафрагмы и стволы жесткости) и горизонтальные элементы (плиты и балки перекрытий, горизонтальные связи). Вертикальные элементы выполняют в системе главные несущие функции, воспринимая все действующие на здание нагрузки с передачей их на фундамент. Горизонтальные элементы обеспечивают неизменяемость системы в плане, передают прилагаемые к ним нагрузки на вертикальные элементы, обеспечивают пространственную работу всей системы, выступая в качестве распределительных горизонтальных дисков.

Стальные несущие конструкции рационально применять в каркасных и смешанных системах. Такие системы являются наиболее перспективными, так как обеспечивают свободу для архитектурной планировки и возможность ее изменения при эксплуатации здания.

Каркасные и смешанные системы в зависимости от распределения функций между элементами каркаса, для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости, подразделяют на рамные, связевые и рамно-связевые.

Анализ несущих систем высотных зданий, построенных по всему миру, показывает, что их конструктивное и компоновочное решение зависит, главным образом, от высоты объекта. Однако, существенное влияние на выбор конструктивной схемы оказывают и такие факторы, как сейсмическая активность района строительства, инженерно-геологические условия, атмосферные и, в первую очередь, ветровые воздействия, архитектурно-планировочные требования.

Высотные здания можно разделить на диапазоны по высоте, для каждого из которых характерны свои конструктивные решения. При этом следует заметить, что границы диапазонов в определенной степени условны в силу перечисленных выше обстоятельств.

Каркасно-рамная конструктивная система, послужившая основой для создания небоскребов на рубеже XIX–XX веков и до настоящего времени, достаточно широко применяется при строительстве зданий высотой до 60 этажей.

С ростом этажности неизбежное усложнение конструкции рамных узлов для восприятия возрастающих горизонтальных нагрузок приводит на переход к связевому каркасу со сквозными раскосными стальными вертикальными диафрагмами жесткости или со сплошными железобетонными стенами – диафрагмами жесткости.

С 1960-х годов в высотное строительство активно внедряются вновь изобретенные конструктивные системы – ствольная и оболочковая.

Ствольная конструктивная система, в качестве основной несущей конструкции здания, воспринимающей нагрузки и воздействия, содержит вертикальный пространственный стержень – ствол жесткости (закрытого или открытого сечения) на всю высоту здания (приложение, рис. 3). Поскольку ствол чаще всего располагают в геометрическом центре плана, возник и распространенный термин «ядро жесткости» (приложение, рис. 4).

Ствольная система органично вошла в практику высотного строительства, так как удачно сочеталась с планировочной схемой здания. Здесь совместились расположение стен центрального узла вертикальных коммуникаций (лифтовых шахт и холлов) и ствола жесткости. Жесткость ствольной системы, ее устойчивость и способность к гашению вынужденных колебаний обеспечиваются заделкой центрального ствола в фундамент.

Наилучшие условия для пространственной работы конструкций ствольных зданий обеспечивает строго центральное расположение ствола в плане и геометрическое подобие форм планов здания и ствола при площади «ядра жесткости» около 20% площади плана здания.

Наибольшее распространение в строительстве зданий различного назначения (офисы, гостиницы, жилище) высотой до 60 этажей получила комбинированная каркасно-ствольная система, преимущественно, с расположением каркаса только по наружному контуру здания. Совместность горизонтальных перемещений каркаса и ствола обеспечивают горизонтальные аутригеры-ростверки, расположенные через 18–20 этажей.

Оболочковая конструктивная система отличается максимальной жесткостью среди рассмотренных в связи с тем, что несущие конструкции расположены по внешнему контуру (приложение, рис. 5). Поэтому она наиболее часто применяется в проектировании самых высоких зданий – 200 метров и выше.

Основной оболочковой системе сопутствуют две комбинированные – оболочково-ствольная («труба в трубе») и оболочково-диафрагмовая («пучок труб»). Как в основной оболочковой, так и в комбинированной – оболочково-ствольной, в центре плана располагают ствол с размещенными в его пространстве лифтовыми шахтами и холлами.

Различие между вариантами заключается в предусмотренном проекте распределении горизонтальной нагрузки: только на оболочку (при этом ствол работает только на вертикальные нагрузки от перекрытий) либо на оболочку и ствол. В последнем

варианте несколько утяжеляются конструкции перекрытий в связи с их включением в работу на горизонтальные воздействия. Тем не менее, большинство высотных зданий оболочкового типа построено на оболочково-ствольной системе, хотя отдельные выдающиеся объекты (например, 100-этажное здание Хинкок-билдинг в Чикаго (рис. стр.34)) имеют основную оболочковую конструктивную систему.

При дальнейшем возрастании высоты здания жесткость рассмотренных конструкций оболочек может быть недостаточной. С этой целью предложено устройство оболочек из перекрестно-стержневых структур с такой же конструкцией горизонтальных аутригеров-ростверков.

Средством повышения жесткости оболочки может служить также переход от оболочковой к оболочково-диафрагмовой конструкции («пучку труб»). Конструкцию оболочки выполняют как из стальных элементов, так и из железобетона. Железобетонные оболочки выполняют монолитными или сборными, но чаще всего, из конструктивного легкого бетона, совмещая несущие и теплоизолирующие функции стены. В последние годы оболочки в Европе выполняют преимущественно монолитными из тяжелого бетона (перфорированная стена) с последующим утеплением и внешней облицовкой.

С развитием новых технологий и внедрением современных строительных материалов стало возможным применение ограждающих конструкций с высокими теплотехническими свойствами и конструктивной системой на основе оболочек для перекрытий обширных помещений (безраспорные, висячие, своды-оболочки, складки, геодезические купола, пространственные системы и т. д.). Наконец, доступной стала и широкая трансформация вертикальных ограждений зданий (в случае необходимости и перекрытий), которые могут «перемещаться» для изменения интерьера или для связи внутреннего пространства с внешней средой.

В случаях, когда жесткости стеновой, каркасной или ствольной системы недостаточно, прибегают к комбинированным решениям, сочетающим в себе признаки разных конструктивных решений. В частности, для повышения сопротивления несущего остова здания, возрастающим с высотой над уровнем земли ветровым нагрузкам, применяют комбинацию ствольной и стеновой систем. В этом случае горизонтальные нагрузки воспринимаются не только внешней оболочкой и центральным стволом, но и внутренними несущими стенами. Комбинированная конструктивная система обладает большей конструктивной гибкостью в части возможности распределения доли воспринимаемых усилий за счет варьирования жесткости несущих элементов остова. Высотное строительство часто осуществляется в сейсмически активных районах. Это порой приводит к противоречивым результатам влияния жесткости каркаса на поведение здания при ветровых и сейсмических нагрузках. Если для улучшения сопротивления ветровому напору и уменьшения амплитуды и частоты колебаний верха здания прибегают к увеличению жесткости несущего остова, то при сейсмических нагрузках такие здания не способны поглотить энергию толчков земной коры, что вызывает значительные перемещения и ускорения на верхних этажах. С уменьшением поперечной жесткости несущей системы наблюдается обратная картина – при более гибком скелете заметно ухудшаются комфортные условия на верхних этажах, испытывающих значительные колебания.

Для устранения указанных противоречий в особо высоких зданиях (до 300 м и более) на верхних этажах устраивают пассивные маятниковые демпферы. В частности, такой демпфер установлен в башне «Taipei 101» (рис. стр. 35). Он имеет вес около 800 т, подвешен с помощью тросов на 92-м этаже и предназначен для гашения инерционных колебаний. В обычных условиях эксплуатации демпфер обеспечивает отклонение верха здания в пределах до 10 см, а при воздействиях катастрофического характера (тайфуны, землетрясения и т.п.) сам раскачивается с амплитудой до 150 см, гарантируя колебания здания в безопасных пределах.

Повышение изгибной жесткости несущего остова высотных зданий со ствольными конструктивными системами и их сопротивляемости действию динамических горизонтальных воздействий достигают введением в каркас аутригерных структур, выполняющих функцию элементов, несущих на себе часть нагрузки от перекрытий. Как правило, это достаточно жесткие плоские или пространственные конструкции, расположенные по высоте здания с определенным шагом и соединенные между собой вертикальными стержневыми элементами. Включение аутригерных структур принципиально изменяет характер работы каркаса и позволяет регулировать его реакцию на внешние воздействия. Аутригеры высотных зданий, в конструктивном отношении представляющие собой раскосные или безраскосные фермы (последние известны под названием «балка Веренделя») (приложение, рис. 6), обычно располагают в уровнях технических этажей, разбивающих здания на отдельные функциональные и противопожарные отсеки.

#### *Несущие элементы высотных зданий.*

Для возведения высотных зданий применяют материалы с особыми качествами. В первую очередь это относится к прочности и деформативности, поскольку именно данные показатели определяют общую прочность остова здания и его устойчивость к различного рода внешним воздействиям.

*Колонны.* Стойки каркасных систем – колонны, пилоны и другие аналогичные элементы возводят с применением высокопрочного и высококачественного бетона.

Конструкция колонн, расположенных по периметру здания со ствольной несущей системой, в значительной мере определяет его способность к сопротивлению действующим нагрузкам.

*Стены* высотных зданий независимо от того, несущие ли это конструкции или диафрагмы жесткости, выполняют из менее прочных бетонов по сравнению с теми, которые применяются для устройства колонн. В высотных зданиях несущую стеновую систему устраивают с применением монолитного бетона. Это обусловлено необходимостью придания остову максимально возможной жесткости, которую технически сложно обеспечить в сборном и сборно-монолитном варианте.

Наружные стены, подвергающиеся в процессе строительства и эксплуатации значительным силовым и температурно-климатическим воздействиям, проектируют с учетом конструктивных систем высотных зданий. В каркасных системах и их разновидностях с колоннами, расположенными по периметру, применяют навесные конструкции. Как правило, это легкие элементы с листовыми обшивками из стали или алюминия и средним теплоизоляционным слоем.

Легкие штукатурные системы и навесные фасады традиционной конструкции применяют в относительно невысоких зданиях. Это обусловлено как величиной возникающих усилий, так и сложностью ремонта на большой высоте, в процессе эксплуатации здания.

В последнее время получили распространение навесные стеновые панели с применением закаленного и армированного стекла. Такие конструкции при требуемой по условиям эксплуатации прочности и жесткости имеют малый вес, что весьма актуально для строений, высота которых может достигать нескольких сотен метров, с точки зрения максимально возможного снижения нагрузок на несущие элементы каркаса, фундаменты и грунты основания. Использование навесных фасадных систем и облицовок сопряжены не только с эксплуатационными качествами, но также безопасностью людей и сохранностью имущества.

К оконным заполнениям, воспринимающим значительные по величине статические и динамические нагрузки, предъявляют особые требования прочности, безопасности и надежности. Стеклопакеты и рамы должны выдерживать ветровой напор, обеспечивать безопасность находящихся в высотном здании и около него людей. Окна в верхней части делают глухими, поскольку их открывание и закрывание сопряжено не только с

достаточно большими физическими усилиями и опасностью получения травм, но и повреждением или даже разрушением самой конструкции. В нижней части высотных зданий применяют окна с параллельным открыванием наружу на величину не более 10 см.

*Междуэтажные перекрытия.* Технические решения междуэтажных перекрытий высотных зданий отличаются большим разнообразием и зависят от конструктивной системы несущего остова, этажности здания, его габаритных размеров в плане и действующих на перекрытия вертикальных и, что особенно важно, горизонтальных нагрузок. При относительно небольшом шаге сетки колонн (до 7,2 м), а также в зданиях со стеновыми конструктивными системами применяют плоские монолитные железобетонные перекрытия. Армирование таких конструкций выполняют по направлениям силовых потоков, возникающих в дисках перекрытий от вертикальных и горизонтальных нагрузок. С увеличением шага колонн или стен конструкций прибегают к устройству несущих балок, расположенных в одном или двух направлениях.

Благодаря новым конструктивным решениям стала возможной свободная планировка зданий.

## **1.6. Инженерное обеспечение и оборудование**

Повышенные ветровые воздействия, неоднородные по фасадам, разной ориентации и нестабильные по высоте здания, меняет воздушно-тепловой режим высотных сооружений. Устройство противодымной защиты при пожаре, систем теплоснабжения, отопления, вентиляции, систем автоматизации и управления, решение проблем безопасности и психологического дискомфорта. Вышеперечисленные факторы влияют на проектирование инженерных систем высотных зданий, требует специального изучения и принятия нестандартных решений.

Разработаны достаточно четкие научные рекомендации, которые легли в основу новых строительных нормативов, посвященных высотным зданиям. Необходимо заметить, что каждая страна имеет собственные стандарты, но общие принципы едины для всех. Это, во-первых, использование в основных несущих конструкциях материалов повышенной огнестойкости. Конструктивное решение должно исключить прогрессирующее обрушение при потере прочности отдельных несущих строительных конструкций (в течение времени эвакуации и проведения спасательных работ), в том числе, при пожарах, вследствие чрезвычайных ситуаций и террористических действий. Важна также огнестойкость и химическая безопасность отделочных материалов. Необходимо создать и специализированные объемно-планировочные решения – выделить отдельные площади, пожарные отсеки и пр. По нормам (МГСН 4.19–2005), надземная часть здания должна иметь пожарные отсеки через каждые 50м (16 этажей).

Во-вторых, при проектировании следует предусматривать безопасные пути эвакуации при эффективном дымоудалении. Необходимо иметь и средства индивидуальной защиты и спасения людей, спасательное оборудование. В-третьих, и это, пожалуй, самое главное, необходима эффективная система пожаротушения. При этом она должна быть надежной, автономной и достаточно мощной. Для этого простых гидрантов уже недостаточно. Сегодня противопожарные системы – это сложнейшие конгломераты насосного оборудования, трубопроводов, объединенные суперсовременной автоматикой.

Рассмотрим некоторые особенности отдельных систем комплекса инженерного обеспечения высотного здания. Размещение инженерного обеспечения и оборудования (шахт инженерных сетей, лестниц, санитарно-технических узлов) должно обеспечивать максимальную скорость решений возможных проблем. Инженерное оборудование устанавливают в специально предусматриваемых технических этажах. Обычно на 8, 12 типовых этажей приходится один технический.

Инженерные коммуникации прокладывают в вертикальных шахтах и горизонтальных каналах, под которые используют свободное пространство в пределах габаритов колонн и межбалочного пространства перекрытий.

Нестабильные по высоте и контрастные по ориентации фасады здания в условиях воздушно-теплого режима изменяют условия воздухообмена, провоцируют «опрокидывание тяги». Для ограничения вертикальных и горизонтальных путей перетекания воздуха используются промежуточные технические этажи, предусматривается шлюзование при выходе из них на лестничные клетки и в лифтовые холлы, шлюзование входов в здание, двойные двери при входе в квартиры, повышенная герметизация междуэтажных перекрытий, шахт.

Уровень теплозащиты жилых высотных зданий должен соответствовать требованиям СНиП 23–02 «Тепловая защита зданий». Системы отопления для жилой части проектируются раздельными по вертикальным пожарным отсекам и для групп помещений другого назначения (общественные и др.). При воздушном отоплении теплоносителем служит воздух, нагретый до температуры более высокой, чем в отапливаемом помещении. Как правило, используется схема, при которой нагретый воздух подается непосредственно в помещение и, смешиваясь с внутренним воздухом, повышает его температуру.

Лестнично-лифтовые узлы (ЛЛУ) высотных зданий играют особую роль в обеспечении сообщения между этажами и эвакуации людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. В зависимости от компоновочного и объемно-планировочного решения ЛЛУ могут совмещать или разделять функции путей сообщения и эвакуации. В обоих случаях к их техническому оснащению предъявляют определенные требования, связанные с обеспечением параметров безопасности.

Обычно ЛЛУ располагают в центральной части высотных зданий. Как правило, он размещается в пределах центрального ствола строений с каркасно-ствольной, коробчато-ствольной или аналогичными несущими системами. Предел огнестойкости конструкций лестнично-лифтового узла принимают по национальным нормам проектирования и, в большинстве случаев, он составляет 2 часа. Исходя из этого показателя, назначают толщину стен и перекрытий, и выполняют их проектирование.

Высотность требует определенного числа лифтов большой грузоподъемности и емкости, при этом они должны быть обозреваемы и быстро доступны из одного холла. Требуется предусматривать несколько групп лифтов и, соответственно, лифтовых холлов с обычными и скоростными лифтами. При этом в высотных зданиях предусматриваются три блока пассажирских лифтов, обслуживающих разные уровни этажей. Переход с одного блока на другой осуществляется в переходных холлах.

В качестве альтернативы переходным холлам в высотных зданиях применяются двухсекционные лифты. Благодаря такому решению обеспечивается существенное сокращение пространства, отводимого в ядре здания для шахт лифтов. Каждый лифт имеет две кабины: одна обслуживает четные этажи, а другая – нечетные. Наиболее часто двухсекционные лифты применяются в сверхвысоких зданиях в комбинации с переходными холлами.

Расчет лифтов осуществляется исходя из времени ожидания, которое составляет 30 сек. для офисной части здания и 40 сек. – для жилого здания. Расчет количества сотрудников офисной части здания принимается – 8 кв.м общей площади на одного человека. Расчет количества людей проживающих в гостинице определяется по номерному фонду. Количество проживающих в жилых зданиях соответствуют планировочным решениям жилой ячейки и, в целом, составляет 3 человека на одну квартиру. Зная скорость передвижения лифтов и этажность, можно определить количество лифтов. Площадь кабин принимается 0,2 кв.м на одного человека.

## 1.7. Функциональные особенности высотного здания

Помимо общих особенностей проектирования высотных зданий, радикальное влияние на их объемно-планировочные решения, естественно, оказывает их функция: офисная, гостиничная, жилая, многофункциональная. *Здания офисов* составляют преобладающую группу сооружений в высотном строительстве

Именно для размещения аппарата управления и банков сформировался высотный тип здания в конце XIX в. Планировочная структура таких зданий постепенно изменялась от жесткой (одно- или двухкоридорной) к гибкой, утвердившейся на длительный срок (с конца 1950 по 1990 гг.). Различие между жесткой и гибкой планировками состоит в стационарной фиксации пространства горизонтальных коммуникаций (коридоров, холлов, галерей) в зданиях с жесткой планировкой при допущении перестановки сборно-разборных перегородок между отдельными кабинетами. В зданиях гибкой планировки жестко закреплено только размещение узлов вертикальных коммуникаций и санитарных помещений. Все остальное пространство этажа делят лишь расстановкой мебели, фиксирующей размещение отдельных групп служащих. Иногда пространство этажа выделяют легкими перегородками несколько небольших кабинетов для руководства.

Выделение пространства этажа озеленением определило возникновение термина «ландшафтное бюро» для офисов с гибкой планировкой. Возможность применения гибкой планировки определялась отсутствием в нормах проектирования большинства стран требований к естественному освещению рабочих мест и противопожарных ограничений к величинам площадей рабочих залов и помещений. Необходимые параметры микроклимата – по освещенности, температурно-влажностному режиму, скорости движения воздуха, акустическому режиму – обеспечивались только инженерно-техническими средствами (искусственное освещение, кондиционирование воздуха, звукоизоляция, звукопоглощение и пр.).

К концу XX в. постепенно изменялись планировочные решения высотных офисов за счет устройства атриумов. Наиболее радикально они отразились в проекте коммерческого банка во Франкфурте-на-Майне, возведенного в 1997 г. по проекту Н. Фостера (рис. стр.36). Автор назвал свое произведение «первым экологически чистым офисом». Основаниями для такого утверждения послужили: полноценное естественное освещение рабочих мест при введении атриума, естественная аэрация рабочих мест через атриум, введение в структуру планировки отдельных этажей зимних садов в качестве мест психологической разгрузки и зон поступления приточного наружного воздуха для аэрации рабочих помещений.

**Жилые здания.** Жилые высотные здания составляют в общем объеме высотного строительства незначительную часть, их высота по статистике в пределах от 30 до 70 этажей (при преобладании 30–40-этажных). Основным функциональным требованием в проектировании жилищ является необходимость естественного освещения всех комнат квартиры при их глубине до 6 м. Это обстоятельство определяет малую ширину корпуса жилых зданий, что входит в противоречие с требованиями развития ширины здания для обеспечения его устойчивости при ветровых воздействиях, либо приводит к неэффективному использованию пространства здания.

В связи с присущим широкой практике компактным размещением высотных объектов в деловых центрах городов включение высотных жилых зданий в эту застройку недостаточно удобно и престижно.

**Гостиницы.** Гостиничные комплексы строят высотными чаще, чем жилые дома, и располагают их не только в деловых центрах, но и в зонах транспортных узлов (вокзалов, аэропортов) и туристических районах.

Объемно-планировочное решение гостиниц подчинено общему для высотного строительства требованию компактности формы плана – треугольного, прямоугольного, овального, круглого. В последнем применяют радиально-центричное или ортогональное

размещение номеров. Но компактная форма даже при большой этажности не дает возможности резко (до 800-1000 мест) повысить вместимость гостиниц. Наряду с компактной формой получили распространение узловая и атриумная схемы планировки. Быстрое распространение атриумной планировочной схемы связано с ее архитектурными, техническими и экономическими преимуществами. Она позволила престижно и выразительно решить архитектурно-пространственную организацию здания. При этом создавалось представительное и удобное общее пространство крытого атриума, увеличивалась вместимость гостиницы, обеспечивалась экономия энергозатрат.

**Многофункциональные высотные здания** стали формироваться с начала XX в, однако наибольшее распространение они получили позднее. Классическим примером многофункционального сооружения, стало здание «ПанАм» (Пан-Америка-билдинг), построенное в 1958 г. в Нью-Йорке по проекту В. Гропиуса (рис. стр. 36). Под зданием располагалась узловая станция на пересечении двух линий метрополитена, на крыше – вертолетная площадка, а между верхней и нижней отметками расположились помещения торговли, офисов, гостиниц и т.п. Рекорд высоты и многофункциональности «ПанАм» был побит в 1969 году высотным зданием «Джон Хинкок-билдинг» в Чикаго (рис. стр. 34). В здании предусмотрены помещения торговли, паркинги, офисы, квартиры, рестораны, обсерватория, телевизионные студии и антенна. Башня имеет форму усеченной пирамиды с размерами в основании 40х60 м. В связи с этим размещение жилой зоны в верхней суженной части пирамиды обосновано, так как позволяет избежать неэкономичной планировки квартир большими подсобными площадями, не имеющими естественного освещения. Сами же квартиры весьма скромной планировки, преимущественно однокомнатные, что характерно для жилища в высотных домах делового центра городов.

К концу XX в. число функций в высотных зданиях сокращается. Характерным остается сочетание двух функций. Чаще всего это сочетание по высоте гостиниц и офисов при расположении жилых номеров на верхних отметках. Хотя иногда встречается и обратное решение. Растет число монофункциональных зданий – офисов или отелей, вторая функция которых (торговля и развлечения) концентрируется только в первых этажах.

Обязательным является размещение между разными функциональными зонами технического этажа.

Уникальным остается функциональное расчленение здания на конторы и квартиры по всей высоте сооружения. Такое решение было реализовано арх. Ф.-Л. Райтом в «Башне Прайса» в г. Бартесвилл (Оклахома) (рис. стр. 37). Что обеспечило индивидуальность облика здания и изоляцию жилой зоны от офисной благодаря изолированным входам и лифтам.

## **1.8. Технические характеристики и экономическое обоснование высотных зданий**

Высотные здания существенно дороже многоэтажных. На их удорожание влияет целый ряд факторов, отражающихся на объемно-планировочном решении высотных зданий и приводящих к увеличению их стоимости. К этим факторам относятся:

- частичная утрата рабочих площадей высотных зданий из-за размещения в их объеме горизонтальных несущих конструкций (ростверков, консолей), занимающих пространство отдельных этажей;

- затраты 20–30% кубатуры здания на размещение вертикального транспорта и его обслуживание (лифтовые холлы, лифтовые шахты, машинные отделения и пр.);

- устройство технических этажей для размещения инженерного оборудования (насосных станций, зональных элементов внутреннего теплоснабжения, вентиляционных систем, элементов хозяйственно-питьевого и пожарного водоснабжения и пр.);

– устройство горизонтальных пожарных отсеков для временного пребывания людей во время пожара.

Высотные здания во всем мире относят к объектам самого высокого уровня ответственности и класса надежности. Удельная стоимость их строительства значительно выше обычных зданий. Это обусловлено не только технологическими, конструктивными и другими факторами, но в значительной степени и мерами комплексной безопасности, принимаемыми на всех стадиях – проектирования, строительства и эксплуатации. Возникновение и развитие аварийных ситуаций в высотных зданиях может иметь очень тяжелые последствия не только материального, экономического, экологического, но и социального характера. Безусловно, при проектировании высотных зданий нужно принимать экономически оправданные технические решения, но при этом они не должны снижать надежность сооружения и превращать его в источник повышенной опасности для людей и окружающей среды.

### **Этапы учебного проектирования**

Как управляемый процесс, учебное проектирование подразделяется на этапы, каждый из которых имеет свою цель.

Этап 1. Сбор информации по теме проектирования:

- анализ лекционного материала;
- осознание градостроительной роли общественных зданий и сооружений, их планировочной и функциональной связи с системой улиц и транспортных магистралей;
- знакомство со специальной литературой и информационными ресурсами по проектам зданий, соответствующих теме;
- разбор и анализ задания на проектирование.

Этап 2. Формирование творческой презентации по теме проекта (вид самостоятельной работы студента по результатам первого этапа). Презентация является обязательным электронным приложением к курсовому проекту.

Этап 3. Определение формообразующих факторов на основе вариантного проектирования:

- анализ условий внешней среды;
- предложение идеи функциональной организации территории и объекта;
- формирование требований по площадям и взаимосвязям помещений;
- выбор оптимального варианта формы планов по результатам вариантного проектирования;
- определение идеи конструктивного решения, влияющей на архитектурную форму объекта в целом;

Утвержденный вариант объемно-планировочного решения является основой для этапа 4:

- выполнение чертежей, составляющих графическую часть проекта;
- оформление пояснительной записки.

Цикл учебного проектирования завершается обсуждением и профессиональным анализом курсового проекта на защите.

### **Общие указания**

Курсовой проект включает объемно-планировочную и конструктивную разработку полносборного или сборно-монолитного высотного или большепролетного здания или сооружения различного назначения, выполняется по заданию на проектирование, в котором указываются: назначения здания, конструктивная схема, район строительства и рельеф. Состав проекта три листа чертежей формата А-1, расчеты (теплотехнический расчет наружной стены и покрытия, технико-экономический расчет основных показателей по проекту) и пояснительная записка.

При разработке проекта необходимо брать за основу положения действующих строительных норм и правил, руководствоваться правилами составления и оформления чертежей.

На основе модульных решений и стандартных конструктивных элементов студент должен в процессе проектирования здания добиться наибольшего комфорта, архитектурной выразительности, увеличения степени индустриальное строительства, уменьшения трудоёмкости и расхода материалов.

### 1.9. Состав курсового проекта

Вариант курсового проекта устанавливается преподавателем. Курсовой проект студент сдает на проверку не менее чем на 7 дней до назначенной даты защиты. После рецензирования преподавателем курсового проекта, а в отдельных случаях после повторного рецензирования, и устранения студентом указанных замечаний проводится защита проекта. Защита включает в себя доклад студента о курсовом проекте и ответы на вопросы преподавателя.

Тема курсового проекта и задание на проектирование гражданского здания определяется по таблице 2.

Таблица 2.

Варианты заданий на курсовой проект.

п/п	Наименование здания	Район строительства	Кол. этажей / пролет, м
	Жилой дом со встроенными предприятиями обслуживания	г. Набережные Челны	14
	Гостиница	г. Новочебоксарск	14
	Административное здание	г. Саранск	14
	Многофункциональный центр	г. Тобольск	14
	Бизнес-центр	г. Чебоксары	14
	Аквапарк	г. Йошкар-Ола	60
	Спортивная арена для гимнастических и легкоатлетических видов спорта	г. Оренбург	60
	Торгово-выставочный павильон	г. Тюмень	60
	Крытый спортивный стадион для игровых видов спорта	г. Канаш	60
0	Ледовая арена	г. Воронеж	60
1	Аэропорт	г. Астрахань	60

Состав курсового проекта:

I. Графическая часть выполняется на листах формата А1 в соответствии с существующими нормами и правилами на оформления строительных чертежей. Состав графической части:

1. Генеральный план участка (М 1:500) с поясняющими таблицами – технико-экономические показатели для генеральных планов, ведомость элементов озеленения и малых форм архитектуры, экспликация зданий и сооружений.

2. Фасады здания: главный, дворовый и боковой (М 1:200) – указываются все высотные отметки, разбивочные оси и расстояния между ними (рабочие фасады); указываются характерные перепады высот, отметки по козырькам, уровень земли (цветовое решение фасадов)

3. План первого и типового этажей (М 1:200) – маркируются окна, двери, проемы под перемычки (если стены выполнены из мелкогабаритных материалов), указывается открывание дверей (по пути эвакуации); маркируются помещения, с указанием типа пола по проекту; указывается площадь помещений; проставляются размеры по наружному обмеру здания; обозначается вентиляция.

4. Разрезы - продольный и поперечный (М 1:200) - поперечный выполняются по лестничной клетке; указываются как высотные отметки, так и линейные размеры; конструкции, попадающие в разрез, вычерчиваются в толстых линиях и штрихуются.

5. План кровли (М 1:400) – указываются высотные отметки по парапету, водосточные воронки, вент. выходы, уклоны, выходы на кровлю.

6. Узлы – 3 узла по выбору студента.

II. Пояснительная записка содержит краткое изложение функциональных процессов, осуществляемых в проектируемом здании. Специфические особенности здания, влияющих на принципы объемно-планировочных решений, выбор несущих и ограждающих конструкций, выбор материалов для конструкций и отделки помещений; принципиальное решение по освещению, вентиляции, санитарной технике и т.д.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 и состоит:

Пояснительная записка должна состоять из 10 - 15 страниц формата А4 с титульным листом. В ней приводятся следующие разделы:

1) *Исходные данные*: излагаются на основе задания на проектирование (район строительства, количество и состав помещений на типовом этаже здания);

2) *Генеральный план*: описывается территория застройки, расположение существующих зданий и сооружений, транспортных магистралей, описывается расположение проектируемого здания на территории застройки, приводятся технико-экономические показатели по генплану;

3) *Объемно-планировочное решение здания*: приводятся размеры здания в осях, количество этажей с указанием их высоты, наличие подвала и верхнего технического этажа с указанием их высоты.

Приводится количество и состав помещений на типовом этаже, площади помещений (рабочих помещений и общая), размеры коридора, эвакуационные пути выходы. Также указываются параметры лестнично- лифтового узла (размеры лестницы, лифтовой шахты).

Приводятся табл. «Экспликация помещений», «ГЭП объемно-планировочного решения»;

4) *Конструктивное решение здания*: здесь указывается тип, материал и размеры основных конструктивных элементов здания:

4.1) фундаменты (указать глубину заложения, конструктивные элементы, из которых они состоят и их расположение (по осям));

4.2) наружные несущие стены (указать количество и толщину слоев, материалы из которых они выполнены, размеры отдельных панелей, описать разрезку наружных стен на отдельные панели (рядовые, цокольные));

4.3) внутренние несущие стены (указать материал, толщину и размеры, а также шаг, с которым они расположены в здании);

4.4) перекрытия (указать толщину и размеры плит перекрытия, способы и величину их опирания на стены, описать расположение перекрытий в здании -надподвальное, междуэтажное, чердачное (указать особенности конструкции для каждого из этих типов));

4.5) покрытие (указать конструкцию покрытия с описанием каждого элемента (покрытие состоит из чердачного перекрытия, технического этажа и крыши с кровлей), указать тип водоотвода и уклон кровли);

4.6) лестнично-лифтовый узел (перечислить конструкции, из которых состоит лестница и способы их опирания на стены здания, то же для лифтовой шахты. Указать материалы и размеры основных конструктивных элементов);

4.7) перегородки (указать материал и размеры перегородок в квартирах здания, способ их опирания);

4.8) окна, двери (указать размеры и места расположения оконных и дверных блоков, применяемых в здании);

4.9) полы (указать основные типы полов в помещениях, в подвале, в техническом этаже).

Приводятся табл. «Спецификация железобетонных изделий», «Ведомость заполнения оконных и дверных проемов»;

5) *Архитектурно-художественное решение здания*: указываются способы оформления фасада здания (стеновые панели, входной узел, парапет) Приводятся табл. «Экспликация полов», «Ведомость отделки помещений»;

6) *Приложение 1. Теплотехнический расчет наружной стеновой панели* — расчетом определяется толщина теплоизоляционного слоя в трехслойной стеновой панели и ее общая толщина.

*Приложение 2. Теплотехнический расчет покрытия* — расчетом определяется толщина теплоизоляционного слоя в покрытии.

## 2. Требования к объему и содержанию курсового проекта

### 2.1. Графическая часть

При оформлении графической части, представляемая на чертежах информация должна быть минимально необходимой, с изложением принципиальных решений с соответствующими обоснованиями. Графическая часть выполняется на 3 листах формата А1 с учетом основных требований государственных стандартов. Масштабы изображений принимаются минимальными с учетом сложности изображения и вытекающей из масштаба четкости и ясности восприятия (табл. 2).

Таблица 2

Масштабы изображения на чертежах

Наименование изображений	Масштабы изображения	
	основные	допускаемые
<b>Архитектурные</b>		
Генеральные планы	1:1000	1:2000; 1:5000
Выкопировки из генпланов	1:500	1:1000
Планы этажей (кроме технических), разрезы, фасады	1:200; 1:400; 1:500	1:100; 1:50
Планы кровли, полов, технических этажей	1:500; 1:800; 1:1000	1:200
Фрагменты планов, фасадов	1:100	1:50
<b>Конструкции</b>		
Схемы расположения элементов конструкций	1:100; 1:200	1:400; 1:500
Виды, разрезы, сечения	1:20; 1:50	1:100
Фрагменты	1:50; 1:100	
Узлы конструкций	1:5; 1:10	1:15; 1:20

При разработке расчетно-графической работы рекомендуется выполнить следующие чертежи:

1) разбивочный план и план благоустройства территории (ГОСТ 21.101-97, ГОСТ 21.204-93);

2) фасады здания, ГОСТ 1.501-93;

3) планы этажей, ГОСТ 1.501-93;

4) разрезы продольный и поперечный, ГОСТ 1.501-93;

5) схему плана фундаментов, ГОСТ 1.501-93;

6) схему элементов каркаса, ГОСТ 1.501-93;

7) схему плана междуэтажного перекрытия (покрытия), ГОСТ 1.501-93;

8) план кровли (крыши), ГОСТ 1.501-93;

9) архитектурно-конструктивные узлы или детали, ГОСТ 1.501-93;

10) конструктивный разрез по наружной стене, ГОСТ 1.501-93;

11) объемную модель объекта.

Необходимость других чертежей или изменение масштабов изображения допускается, исходя из общего замысла проекта и при соблюдении общего объема графической части и согласовывается с руководителем.

Все чертежи выполняются в соответствии с действующими стандартами на проектную документацию.

## 2.2. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- список использованных источников.

## 3. Этапы разработки графической части

### 3.1. Генплан участка

Схема генплана участка должна показать оптимальный вариант посадки здания с учетом его функционального зонирования, господствующих ветров, инсоляции помещений, требований к озеленению и благоустройству. При малой насыщенности изображений допускается совмещать несколько различных планов в один с присвоением ему соответствующего наименования (для курсового проектирования – разбивочный план и план благоустройства территории), поэтому на чертеже должны присутствовать следующие элементы:

- строительная геодезическая сетка и привязка двух противоположных углов здания, или центра, диаметра и одной характерной точки (для центральных объектов);
- красная линия, ограждения с воротами калитками или условная граница территории (если ограждение совпадает с «красной» линией или условной границей, то наносят только ограждение);
- здания и сооружения (в масштабе чертежа с указанием проемов ворот и дверей, крайних осей и номера здания);
- отмостка, въездные пандусы, наружные лестницы и площадки у входов;
- дороги и площадки с дорожным покрытием;
- элементы планировочного рельефа (подпорные стенки, пандусы, откосы);
- указатель направления на север стрелкой с буквой «С»;
- элементы благоустройства и озеленения (тротуары, дорожки, площадки спортивные и для отдыха, малые архитектурные формы и переносные изделия; деревья, кустарники, цветники и газоны);
- ведомость жилых и общественных зданий и сооружений.

На плане наносят и указывают:

- 1) проектируемые здания и сооружения с привязкой к строительной геодезической сетке;
- 2) тротуары, дорожки и их ширину;
- 3) площадки различного назначения и их размеры;
- 4) малые архитектурные формы и переносные изделия площадок для отдыха;
- 4) деревья, кустарники, цветники, газоны

К плану благоустройства приводят:

- 1) ведомость жилых и общественных зданий по форме 4 ГОСТ 21.101-97;
- 2) ведомость малых архитектурных форм и переносных изделий по форме 8 ГОСТ 21.101-97;
- 3) ведомость элементов озеленения по форме 9 ГОСТ 21.101-97;
- 4) ведомость тротуаров, дорожек и площадок по форме 10 ГОСТ 21.101-97.
- 5) разрезы, сечения и узлы тротуаров, дорожек, площадок

### 3.2. Разработка планов этажей

Проектирование зданий следует начинать с разработки планов.

План, являясь горизонтальным сечением здания, даёт представление об его конфигурации и размерах, выявляет форму и расположение отдельных помещений, их взаимосвязь, расположение оконных и дверных проёмов, несущих конструкций (стен, колонн), лестниц, перегородок. На план наносятся контуры элементов здания, попавшие в разрез и расположенные ниже секущей плоскости, которая проходит по низу оконных проёмов.

Приступая к разработке плана, следует выбрать конструктивную схему здания, толщину внутренних стен и перегородок, габаритные размеры отдельных помещений, размеры оконных и дверных проёмов в соответствии с нормами проектирования.

При вычерчивании плана здания необходимо выполнить точные построения в заданном масштабе, выделить линиями соответствующей толщины сечения стен и перегородок, показать расположение санитарно-технических приборов, кухонного оборудования, замаркировать разбивочные оси, нанести линейные размеры, проставить площади помещений в квадратных метрах с точностью до второго знака после запятой и сделать необходимые поясняющие записи.

Разработку планов этажей производить в такой последовательности:

- 1) провести продольные и поперечные оси;
- 2) вычертить все наружные и внутренние стены, перегородки;
- 3) произвести разбивку оконных и дверных проёмов в наружных и внутренних стенах, показать открывание дверей, нанести необходимые размерные линии;
- 4) проставить на чертеже все размеры, сделать соответствующие надписи и произвести проверку чертежа.

### 3.3. Разработка вертикальных разрезов

Разрезы дают представление о конструкциях всех характерных частей здания, его высотных размерах и средствах сообщения между этажами по вертикали.

Плоскости разрезов должны проходить через лестничные клетки, оконные и дверные проёмы, крыльца, входы, между колоннами, столбами, прогонами, балками, стропилами.

Перед вычерчиванием уточняют:

- высоту этажей и помещений в соответствии с действующими нормами и правилами;
- конструкцию и материал покрытия, их сопряжения с наружными, внутренними стенами и отдельными опорами;
- конструкцию стен и полов первого этажа;
- конструкцию и уклон крыши или покрытия и решения парапетного узла;
- конструкцию лестниц, отметки лестничных площадок и входных крылец.

Вычерчивание разреза выполняют в следующем порядке:

1) проводят вертикальные разбивочные оси основных несущих стен и колонн в соответствии с планом и направлением секущей плоскости. Перпендикулярно разбивочным осям прочерчивают горизонтальные уровни линий: поверхности земли (тротуара), пола всех этажей и условно верха чердачного перекрытия и парапета;

2) наносятся тонкими линиями контуры фундаментов наружных и внутренних стен, перегородок, которые входят в разрез, а также высот, а межэтажных и чердачных покрытий;

3) намечают в наружных и внутренних стенах оконные и дверные проёмы и другие элементы, расположенные за секущей плоскостью, и проводят выносные и размерные линии, кружки для марок (разбивочных осей) и знаки для постановки выносных отметок;

4) проводят окончательную обводку сечений, проставляют выносные отметки и размеры, делают поясняющие надписи и указывают наименование разреза.

На разрез наносят:

- разбивочные оси и расстояния между ними с привязкой наружных стен к крайним разбивочным осям;
- отметки уровней: земли, чистого пола, карнизов, уступов стен;
- общую толщину перекрытий с конструкцией пола;
- размеры проёмов и отверстий;
- отметки вентиляционных шахт и других отверстий, расположенных на крыше;
- уклон кровли;
- марки лестничных маршей, площадок, ограждений;
- обозначение узлов.

### **3.4. Разработка фасадов**

Фасад – это вид здания снаружи. Он даёт представление о внешнем виде здания, его художественном образе, пропорциях и соотношениях его отдельных элементов.

Для вычерчивания фасадов здания за основу принимают чертежи планов и разрезов. Из планов берут все горизонтальные размеры: общую длину здания, размеры оконных и дверных проёмов и др. С разрезов – все вертикальные размеры: высоту цоколя, здания, оконных и дверных проёмов, расположение балконов, размеры и профиль карнизов.

Фасад вычерчивается в такой последовательности:

- 1) контур здания и выступающих его частей;
- 2) оконные и дверные проёмы, балконы, козырьки над входами, карниз и другие архитектурные элементы;
- 3) оконные переплёты, двери, ограждения балконов, вентиляционные трубы на крыше.

После проверки соответствия фасада плану и разрезу производят окончательную обводку фасада. На фасад наносят:

- разбивочные оси, проходящие в характерных местах фасада (в местах уступов в плане и перепадов высот здания);
- отметки уровня земли, входных площадок, элементов фасада;
- ссылки на фрагменты и узлы.

В наименовании фасадов указывают крайние оси изображенного участка, например «ФАСАД 1 – 4».

Кроме того, на формате оформляется фасад в иллюстративном варианте, даётся наиболее полное представление о внешнем облике здания, связывается оно с окружающей природой. Фасад отмывают, чтобы максимально выявить фактуру материала наружной отделки.

### **3.5. Разработка схем фундаментов, междуэтажных перекрытий, покрытий**

На схемах расположения элементов конструкций фундаментов, характерного междуэтажного перекрытия, покрытия, стропил указывают в виде условных или упрощенных графических изображений элементы конструкций и связи между ними. На схему наносят: координационные оси здания, размеры, определяющие расстояния между ними и между крайними осями, размерную привязку поверхностей элементов конструкций к координационным осям; отметки наиболее характерных уровней элементов конструкций; позиции (марки) элементов конструкций, обозначение узлов и фрагментов. К схемам расположения элементов конструкций прилагаются спецификации.

На плане кровли показывают световые фонари (если таковые имеются), водосточные

воронки, деформационные швы, пожарные металлические лестницы. На план кровли (крыши) наносят: координационные оси (крайние, у деформационных швов, по краям участков с различными конструктивными и другими особенностями и с размерными привязками таких участков); обозначения уклонов; отметки или схематический поперечный профиль кровли (крыши).

Схемой фундаментов называется горизонтальный разрез, проведенный на уровне обреза фундаментов.

Ввиду того, что расчёт фундаментов по зданию не предусматривается, их габариты принимаются по аналогии с решением типовых проектов.

Толщина стен ниже отметки 0.000 принимается в зависимости от толщины стен здания и типа материала. На схеме фундаментов показывают:

- 1) разбивочные оси здания, расстояние между ними и крайними осями;
- 2) привязки к разбивочным осям элементов фундаментов;
- 3) отметки подошвы и подбетонки под фундаменты, с размерами и привязками к разбивочным осям;
- 4) уступы фундаментов и их размеры.

### **3.6. Конструктивный разрез по наружной стене**

Выбирается на одном из разрезов в качестве узла наружная стена здания и выполняется более детальное вычерчивание конструктивных элементов наружной стены здания (от подошвы фундамента до кровельного материала крыши или верхней отметки парапета). Для детальной проработки используют флажки, дополнительные выносные элементы, условные графические обозначения попадающих в сечение материалов и т.д. При этом на разрезе здания показывают обозначение узла – окружность или овал, линию выноски с номером узла и номером листа, на котором узел располагается.

### **3.7. Архитектурно-конструктивные узлы или детали**

Подбираются узлы или архитектурные детали, отражающие специфику выбранного архитектурно-конструктивного решения здания. Выбранные узлы или детали не должны повторять информацию, имеющуюся в конструктивном разрезе по наружной стене, поэтому их выбор должен проводиться после разработки конструктивного разреза.

### **3.8. Объемная модель объекта**

Объемная модель выполняется с использованием осваиваемых студентами компьютерных программ, а также знаний и навыков, приобретенных при изучении дисциплин «Начертательная геометрия», «Инженерная графика». При этом можно использовать как общие, так и специализированные программные продукты.

## **4. Структура пояснительной записки**

### **4.1. Общие требования**

Расчетно-пояснительная записка – вид текстового документа, оформление которого должно соответствовать основным требованиям ГОСТ 2.105-95, ГОСТ 21.101-97. Текст записки (объем 15-20 страниц) последовательно делится на разделы, подразделы, пункты, подпункты, порядковые номера обозначаются арабскими цифрами. Электронный вариант документа имеет формат А 4, рабочее поле ограничивается рамкой. Рамку следует размещать, соблюдая следующие размеры от кромки листа: слева - 20 мм, справа, сверху и снизу – 5 мм.

Стиль основного текста: шрифт набора – Times New Roman; размер шрифта – 14-15 пт, обычный; межстрочный интервал - одинарный; абзацный отступ – 1-1,27 см; выравнивание по ширине; автоматический перенос слов.

Стиль заголовков: шрифт набора – Times New Roman; размер шрифта – 14-15 пт, полужирный, прописной; без переносов; выравнивание по центру.

Стиль таблиц: шрифт набора – Times New Roman; размер шрифта – не менее 12-13 пт, обычный; межстрочный интервал - одинарный; автоматический перенос слов.

Сноска задается автоматически, шрифт - Times New Roman, 10 -11 пт, обычный.

Стиль набора формул: шрифт - Times New Roman, не менее 12-13 пт, обычный.

Стиль библиографического списка: Times New Roman, 15 пт, обычный.

## 4.2. Структура расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка включает: титульный лист, аннотацию, содержание (оглавление), введение, основную часть, библиографический список использованных источников, приложения.

Титульный лист входит в общую нумерацию отсчета страниц, но не нумеруется. Титульный лист должен содержать следующие сведения:

- полное наименование министерства, вуза, кафедры;
- название темы проекта (работы);
- название вида документа (курсовой проект или работа);
- сведения об исполнителе (Ф.И.О. студента, номер группы, подпись);
- сведения о руководителе (Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, подпись);
- наименование места и года выполнения.

В аннотации необходимо привести краткую характеристику проекта. Изложение должно быть кратким и точным, с употреблением синтаксических конструкций, свойственных языку научно-технической литературы.

В содержание включают номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров страниц. Страницы нумеруют арабскими цифрами. Титульный лист, включают в общую нумерацию отсчета. На титульном листе номер не ставят, на последующих страницах номер проставляют в нижних наружных углах. Если в записке имеются введение и заключение, то они не нумеруются, но в содержание должны быть включены.

Во введении излагается актуальность выбранной темы; определяется цель курсового проекта (работы) и ставятся задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

В заключении дается краткое заключение о решении задач, поставленных во введении.

В библиографическом описании источников дается информация об использованных в период курсового проектирования учебных, справочно-нормативных и др. источниках, список оформляется согласно требованиям ГОСТ 7.1-2003.

Таблицы, распечатки ЭВМ, текст, вспомогательного характера, творческая презентация по теме проекта – даются в виде приложений. Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки на последующих листах; творческая презентация – в электронном виде (Power Point).

В пояснительной записке приводятся следующие разделы:

1. Исходные данные:

- место проектируемого здания в классификации по функциональным признакам (группа, тип, подтип, вид);
- климато-геологическая характеристика района строительства;
- класс здания (долговечность, степень огнестойкости, эксплуатационные требования);
- блок-схема функционально-технологических взаимосвязей проектируемого объекта.

Схема показывает движение во времени и пространстве потоков людей, продукции, услуг,

служебных связей и помогает определить характер взаимосвязи между помещениями проектируемого объекта.

2. Генеральный план: описывается территория застройки, расположение существующих зданий и сооружений, транспортных магистралей, описывается расположение проектируемого здания на территории застройки, приводятся технико-экономические показатели по генплану;

3. Объемно-планировочное решение здания:

- схема группировки помещений (ячейковая, коридорная, анфиладная, зальная, атриумная, павильонная, комбинированная);

- объемно-планировочная структура (компактная, линейная, расчлененная);

- структурные узлы здания (краткое описание структурных узлов здания – входная группа, группа основных помещений, группа подсобных и вспомогательных помещений и санблоков, группа технических помещений, горизонтальные коммуникации, вертикальные коммуникации);

- расчетная часть (по согласованию с руководителем выполняется один из трех расчетов: расчет тепловой защиты здания, расчет видимости или расчет естественного освещения). Расчет видимости выполняется при наличии в здании мест для зрителей. Расчет естественного освещения рекомендуется выполнить для основных помещений административных зданий, зданий школ и т.п.;

- мероприятия, предусмотренные в проекте для маломобильных посетителей (в здании и на территории; краткое описание мероприятий для обеспечения доступности, безопасности, информативности и комфортности);

- требования противопожарной безопасности здания (степень огнестойкости здания, класс конструктивной пожарной опасности здания, класс функциональной пожарной опасности здания, пути эвакуации из здания).

- дается технико-экономическая оценка объемно-планировочного решения здания.

На этапе курсового проектирования производятся:

- подсчет объемно-планировочных характеристик объекта (этажность; площадь общая, полезная, нормируемая; строительный объем; площадь застройки);

- подсчет объемно-планировочных коэффициентов  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$ .

Приводятся таблицы «Экспликация помещений», «ТЭП объемно-планировочного решения»;

4. Конструктивное решение здания: здесь указывается тип, материал и размеры основных конструктивных элементов здания:

- фундаменты (указать глубину заложения, конструктивные элементы, из которых они состоят и их расположение (по осям));

- наружные несущие стены (указать количество и толщину слоев, материалы, из которых они выполнены);

- внутренние несущие стены (указать материал, толщину и размеры, а также шаг, с которым они расположены в здании);

- перекрытия (указать толщину и размеры плит перекрытия, способы и величину их опирания на стены, описать расположение перекрытий в здании – надподвальное, междуэтажное, чердачное (указать особенности конструкции для каждого из этих типов));

- покрытие (указать конструкцию покрытия с описанием каждого элемента (покрытие состоит из чердачного перекрытия, технического этажа и крыши с кровлей), указать тип водоотвода и уклон кровли);

- устройство лестницы (перечислить конструкции, из которых состоит лестница и способы их опирания на стены здания);

- перегородки (указать материал и размеры перегородок в здании, способ их опирания);

- окна, двери (указать размеры и места расположения оконных и дверных блоков, применяемых в здании);

- полы (указать основные типы полов в помещениях, в подвале).

Приводятся таблицы–«Спецификация железобетонных изделий», «Ведомость заполнения оконных и дверных проемов»;

5. Архитектурно-художественное решение здания: указываются способы оформления фасада здания (элементы стен, входной узел).

Приводятся таблицы «Экспликация полов», «Ведомость отделки помещений»;

6. Инженерное оборудование (краткое описание);

- водоснабжение и водоотведение;

- отопление, вентиляция, кондиционирование;

- электроснабжение и слаботочные устройства;

- экология участка, мусороудаление;

7. Приложение 1. Теплотехнический расчет наружной стены. Расчетом определяется толщина теплоизоляционного слоя и ее общая толщина.

8. Приложение 2. Теплотехнический расчет покрытия. Расчетом определяется толщина теплоизоляционного слоя в покрытии.

### Список рекомендуемой литературы

#### Учебная и научная

1. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий [Электронный ресурс] : учебник / А.Л. Гельфонд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 368 с. -Режим доступа:
2. Шерешевский, И. А. Конструирование гражданских зданий [Текст] : учебное пособие / И. А. Шерешевский. - Изд. стереотипное. - М. : Архитектура-С, 2011. - 175 с.
3. Шерешевский, И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений : учебное пособие / И. А. Шерешевский. - Изд. стереотипное. - М. : Архитектура-С, 2010. - 168 с.
4. Гиясов А. Конструирование гражданских зданий: Учеб. пос. – М.: АСВ, 2004.
5. САПФИР 3D [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Бойченко [и др.]. - Электрон. дан. Progr. - Киев : [б. и.], 2017. - 130 с. - Режим доступа: <http://library.polytech21.ru:81/cgi-bin/irbis64r>
6. Дятков, С. В. Архитектура промышленных зданий : учебник / С. В. Дятков, А. П. Михеев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во АСВ, 2008. - 560 с. : ил.
7. Шевченко Л. П. Архитектура атриумных пространств крупных общественных зданий [Электронный ресурс]: монография / Шевченко Л.П. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 76 с. - Режим доступа:<http://znanium.com/bookread2.php?book=551017>
8. Архитектура [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе / сост. Л. А. Сакмарова. - Чебоксары : Чуваш. ун-т, 2015. - 68 с. : ил. - Режим доступа: <http://library.polytech21.ru:81/cgi-bin/irbis64r>
9. Основы архитектуры и строительные конструкции [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе / сост. Л. А. Сакмарова. - Чебоксары : Чуваш. ун-т, 2015. - 60 с. : ил. - Режим доступа: <http://library.polytech21.ru:81/cgi-bin/irbis64r>
10. Архитектура [Электронный ресурс] : метод. указания к курсовому проекту "Одноквартирный жилой дом" / сост. Л. А. Сакмарова. - Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-т, 2015. - Режим доступа: <http://library.polytech21.ru:81/cgi-bin/irbis64r>

#### Нормативная

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
2. ГОСТ 23961-80. Метрополитены. Габариты приближения строений, оборудования и подвижного состава.
3. МГСН 5.01-94\*. Стоянки легковых автомобилей.
4. МГСН 1.01-99. Нормы и правила проектирования планировки и застройки г. Москвы.
5. МГСН 2.07-97. Основания, фундаменты и подземные сооружения.
6. СН 322-74. Указания по производству и приёмке работ по строительству в городах и на промышленных предприятиях коллекторных тоннелей, сооружаемых способом щитовой проходки.
7. СНиП П-11-77\*. Защитные сооружения гражданской обороны.
8. СНиП П-94-80. Подземные горные выработки.
9. СНиП 2.01.55-85 Объекты народного хозяйства в подземных горных выработках.
10. СНиП 2.06.09-84. Тоннели гидротехнические.
11. СНиП 2.11.04-85. Подземные хранилища нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов.
12. СНиП 32-04-97. Тоннели железнодорожные и автодорожные.
13. СП 59.13330.2010. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения.
14. СП 113.13330.2012 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\*
15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
26. ГОСТ 21.101-97. Основные требования к проектной и рабочей документации.
27. ГОСТ 21.501-93. Правила выполнения архитектурно - строительных рабочих чертежей.

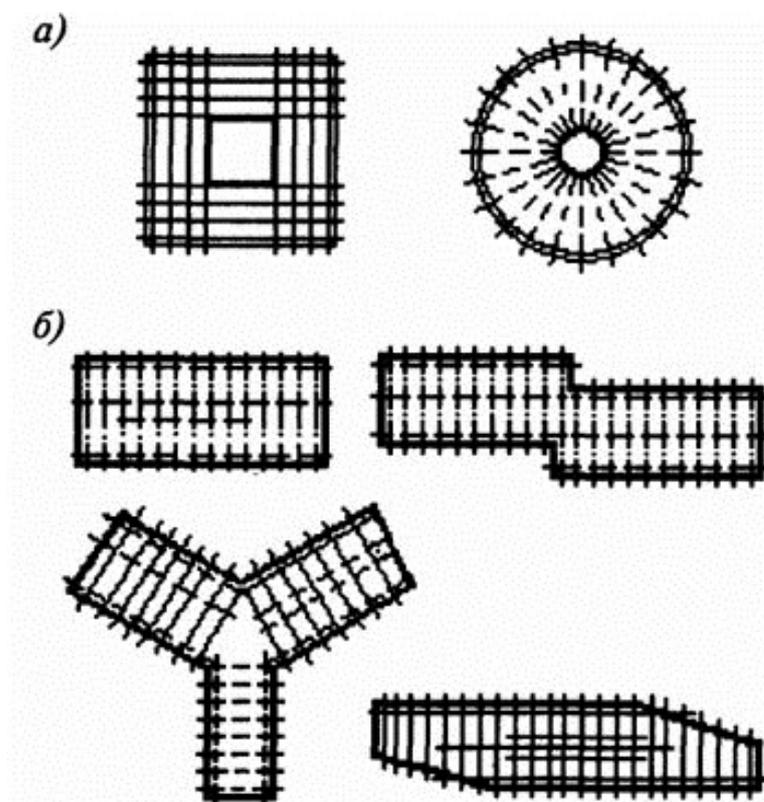


Рис.1. Формы планов многоэтажных зданий: *а* - здания с компактными планами; *б* - здания с вытяженными планами

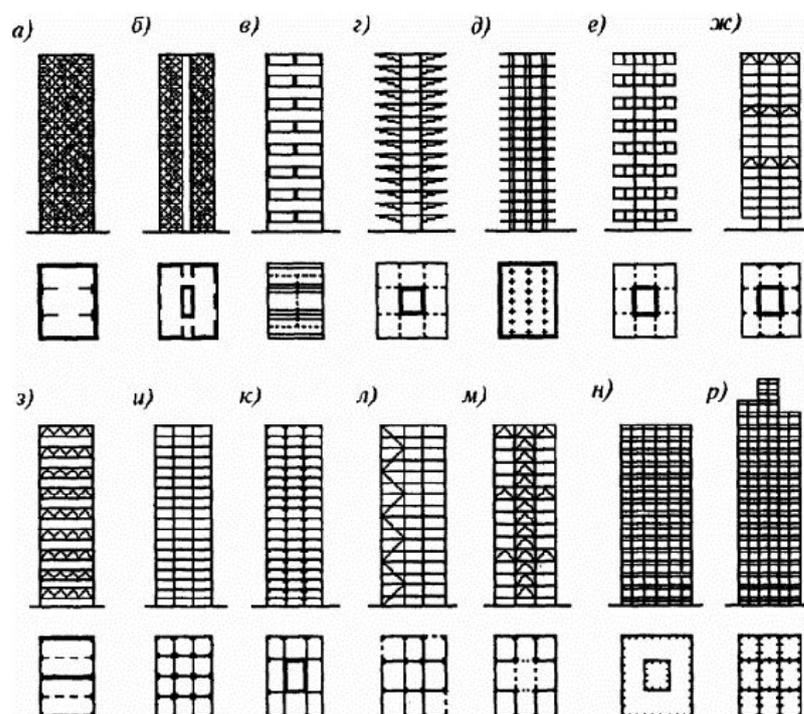


Рис. 2. Конструктивные схемы высотных зданий:

- а* - бескаркасная с параллельными несущими стенами;
- б* - ствольная с несущими стенами;
- в* - коробчатая;
- г* - с консольными перекрытиями в уровне каждого этажа;
- д* - каркасная с безбалочными плитами перекрытия;
- е* - с консолями высотой на этаж в уровне каждого второго этажа;
- ж* - с подвешенными этажами;
- з* - с фермами высотой на этаж, расположенными в шахматном порядке;
- и* - рамно-каркасная;
- к* - каркасно-ствольная;
- л* - каркасная с решетчатыми диафрагмами жесткости;
- м* - каркасная с решетчатыми горизонтальными поясами и решетчатым стволом;
- н* - коробчато-ствольная (труба в трубе);
- р* - многосекционная коробчатая.

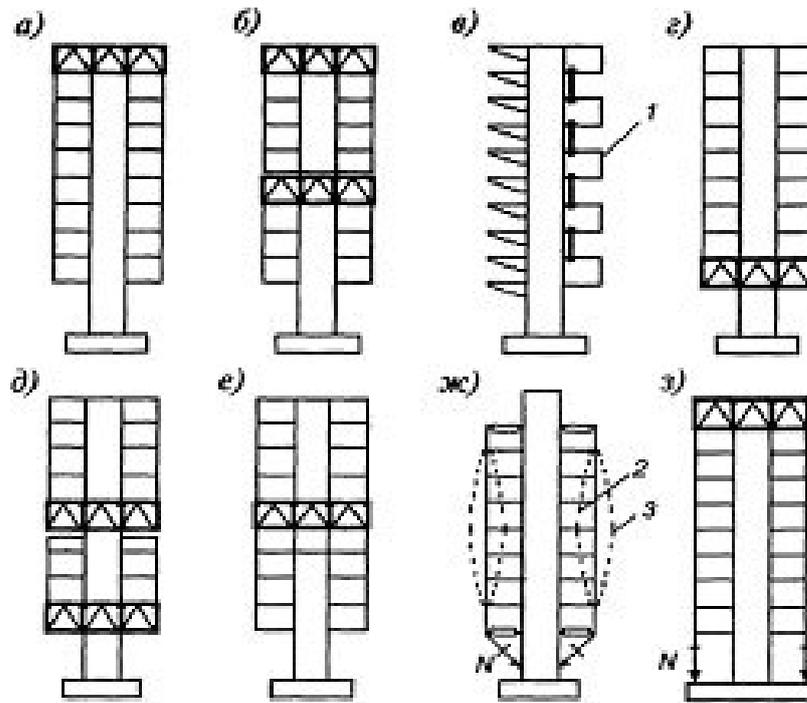


Рис.3 Схемы систем со стволами жесткости.

- а, б* - с подвесными этажами;
- в - д* - с консольными этажами;
- е-з* - комбинированные системы (*ж, з* - с предварительно напряженными подвесками).

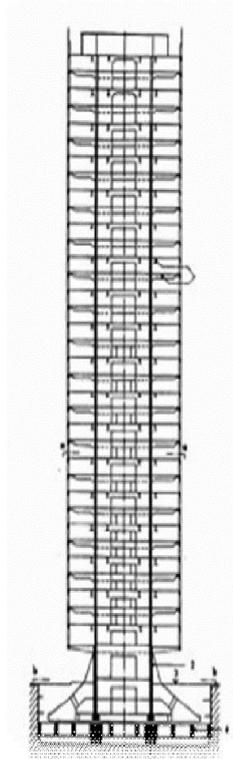


Рис.4. Вертикальный разрез здания по ядру жесткости

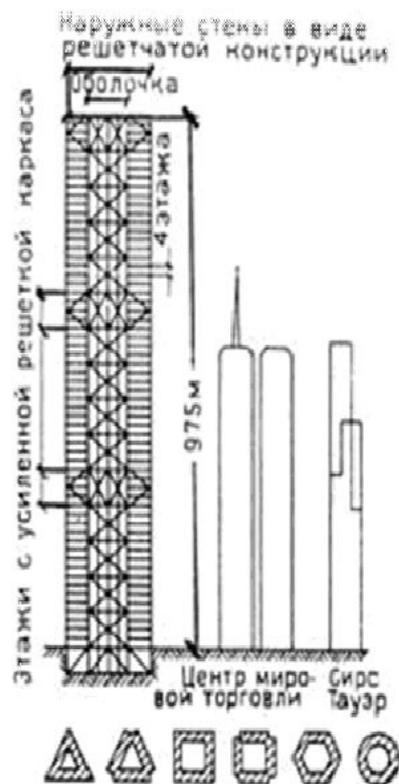


Рис. 5. Оболочковая система высотного здания

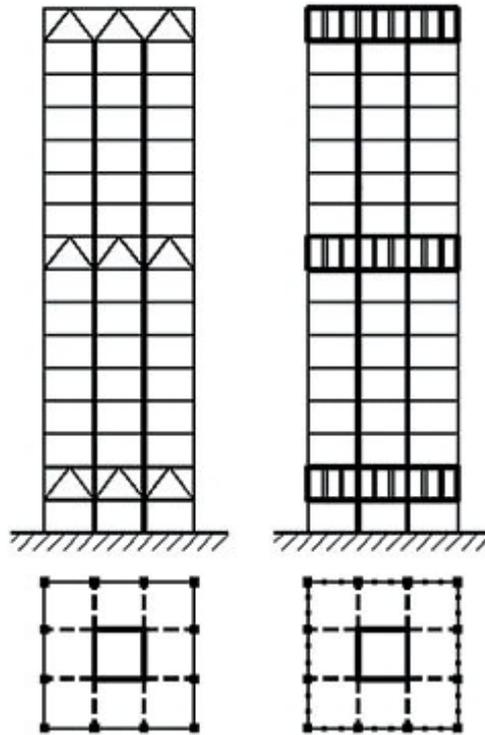


Рис.6 Раскосые и безраскосые фермы



100-этажное здание Хинкок-билдинг в Чикаго. США. Брюс Грэм. 1969г, 344м



Башня Taipei 101. Проект «C.Y. Lee & Partners». 509,2 м



Демпфер башни «Taipei 101» на 92-м этаже для гашения инерционных колебаний



Коммерческий банк во Франкфурте-на-Майне, 259м, 1997 г. Н. Фостер



ПанАм (Пан-Америка-билдинг), 1958 г., Нью-Йорк, В. Гропиус



Башня Прайса, г. Бартесвилл (Оклахома), арх. Ф.-Л. Райт

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### **Вариантное проектирование объемно-планировочного решения объекта**

Описанию функционального процесса протекающего в здании, его конструктивного и архитектурно-композиционного решения предшествует выбор варианта объемно-планировочного решения. Основное методическое требование к сравнению вариантов объемно-планировочного решения – соблюдение их сопоставимости, т.е.:

- варианты должны иметь равноценный набор основных помещений и их одинаковую вместимость или пропускную способность;
- во всех сравниваемых объемно-планировочных вариантах должны быть приняты одинаковые конструктивные системы и строительные конструкции, а также близкие по уровню варианты отделки и инженерного оборудования;
- сравнение вариантов конструктивного решения ведется применительно к единому объемно-планировочному эталону.

Процедуре сравнения вариантов планировочного решения здания предшествует этап эскизирования. Так как творческая деятельность представляет собой поиск индивидуального ответа на индивидуальные обстоятельства, вариантное эскизирование направлено на изучение связей объекта со средой, функциональной организации жизненных процессов и других формообразующих факторов, определяющих выбор объемно-пространственной и конструктивной структуры, параметры и взаимосвязи отдельных помещений и их групп. Вначале каждый вариант в пределах проблемы должен чем-то существенно отличаться от предыдущего.

В процессе эскизирования новые идеи формируются путем оценки ситуации и состояния объекта, маловероятные направления решения отбрасываются, отдельные элементы исключаются, другие входят в новый эскиз, происходит постепенное уточнение замысла. В эскизировании играют роль анализ, оценка и синтез, рассуждения от частного к общему и от общего к частному. Эскиз – всегда обобщение, его структура неустойчива до тех пор, пока не принято принципиальное решение. На заключительной ступени эскизирования студент и руководитель

выбирают эскизное решение, удовлетворяющее важнейшим требованиям программы проектирования и содержащее определенную концепцию. Студент исполняет эскизы вариантов проекта в 2-3 основных проекциях (план, фасад, разрез) в уменьшенных масштабах по сравнению с окончательным проектом.

## Приложение Б (обязательное)

### Технико-экономическая оценка проектного решения

Технико-экономическая оценка запроектированного здания это оценка его объемно-планировочного и конструктивного решения.

Цель оценки объемно-планировочного решения:

- проверка соответствия показателей проекта требованиям задания на проектирование и строительных норм и правил для зданий запроектированного типа;
- сопоставление и сравнительная оценка показателей нового проекта с показателями аналогичных по назначению, вместимости и этажности.

Цель оценки конструктивной части:

- выявление соответствия показателей проекта по расходу стали, цемента, удельному расходу тепла на отопление, трудоемкости строительно-монтажных работ контрольным значениям соответствующих показателей.

Контрольные показатели регламентируются на основе проектов-аналогов, конструкции которых отвечают передовому уровню современной строительной технологии.

Основное методическое требование к оценке сравниваемых решений – соблюдение их сопоставимости, т.е.:

- во всех сравниваемых объемно-планировочных вариантах должны быть приняты одинаковые конструктивные системы и строительные конструкции;
- сравнение вариантов конструктивного решения ведется применительно к единому объемно-планировочному эталону.

Технико-экономическая оценка ведется по объемно-планировочным, стоимостным и натуральным технико-экономическим показателям:

- количество строительной кубатуры и общей площади на 1 кв. м или другую единицу измерения (место в гостинице, место в школе, рабочее место операциониста в банке и т.п.) сметной стоимости строительства;
- эксплуатационные затраты на содержание здания;
- капитальные вложения;
- затраты труда;
- потребность в основных материалах и топливе.

Расчету перечисленных показателей предшествует подсчет объемно-планировочных характеристик проекта:

- 1) этажность;
- 2) площадь общая, полезная, нормируемая;
- 3) строительный объем;
- 4) площадь застройки.

Основная нормативная литература для этого – СНиП 2.08.02-89\* Общественные здания и сооружения и ВСН (Ведомственные строительные нормы), в которых изложены требуемые и рекомендуемые нормативы. Эти нормы формируются в зависимости от факторов: социально-экономических, градостроительных, климатических, функциональных, технологических, конструктивных, санитарных, эргономических, противопожарных и часто меняются и совершенствуются в связи с развитием научной и технической мысли.

Для оценки различных вариантов объемно-планировочных решений общественных зданий используется метод их сравнительного анализа с помощью объемно-планировочных коэффициентов  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$ , характеризующих соотношение основных и подсобных помещений, рациональность использования объема и т.д.

Коэффициент  $K_1$  характеризует отношение расчетной площади здания  $S_{расч.}$  к общей площади  $S_{общ.}$ :

$$K_1 = S_{расч.} / S_{общ.}$$

В зданиях с рациональными объемно-планировочными решениями коэффициент  $K_1$  равен

0,93 – 0,95.

Коэффициент  $K_2$  характеризует отношение строительного объема  $V_{зд.}$  к общей площади здания  $S_{общ.}$  :

$$K_2 = V_{зд.} / S_{общ.}$$

Коэффициент  $K_2$  зависит от принятой высоты помещений, размеров лестниц и коридоров.

Коэффициент  $K_3$  характеризует компактность общественного здания и определяется отношением площади наружных ограждающих конструкций  $S_{огр.}$  к полезной площади здания  $S_{полезн.}$  :

$$K_3 = S_{огр.} / S_{полезн.}$$

Коэффициент  $K_3$  зависит от этажности, длины и ширины здания и колеблется в широких пределах 0,75 – 2,5.

Коэффициент  $K_4$  характеризует отношение периметра наружных стен  $P_{н.с.}$  к площади застройки здания  $S_{застр.}$  :

$$K_4 = P_{н.с.} / S_{застр.}$$

Коэффициент  $K_4$  зависит от сложности и конфигурации фасадов.

Коэффициент  $K_5$  характеризует отношение конструктивной площади  $S_{констр.}$ , занятой в плане конструкциями стен, колонн, перегородок, вентиляционных шахт и вентиляционных блоков, электропанелей и т.д., к площади застройки здания  $S_{застр.}$  :

$$K_5 = S_{констр.} / S_{застр.}$$

## Приложение В

### Ограждение из буронабивных свай

Ограждение из буронабивных свай относится к малодеформирующимся видам крепления и его целесообразно применять в случае больших нагрузок на бровку котлована, а также на сами сваи при использовании их в качестве несущего элемента строящегося сооружения.

В качестве ограждения котлованов из буронабивных свай применяют три группы свайных стен: с прерывистым расположением свай, с касательным их сопряжением и секущиеся сваи (рис. 1).

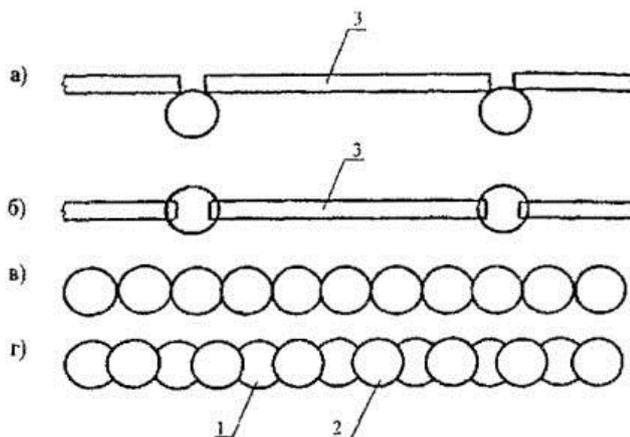


Рис. 1. Типы ограждений котлована из буронабивных свай:

*a* и *б* - сваи, установленные с определенным шагом и затяжкой; *в* - бурокасающиеся сваи; *г* - буросекущиеся сваи: 1 - опережающая свая, 2 - пересекающая свая, 3 - затяжка

Стены с прерывистым расположением свай устраиваются в сухих связных грунтах, способных держать вертикальный откос 1 – 2 м. Промежуток между сваями для предотвращения местных вывалов защищается затяжками из досок, тонких железобетонных плит, гофрированных стальных листов или бетонной затяжкой. Расстояние между осями  $a$  свай должно находиться в пределах  $D + 50 \text{ мм} < a \leq 3 D$ , где  $D$  - диаметр скважины.

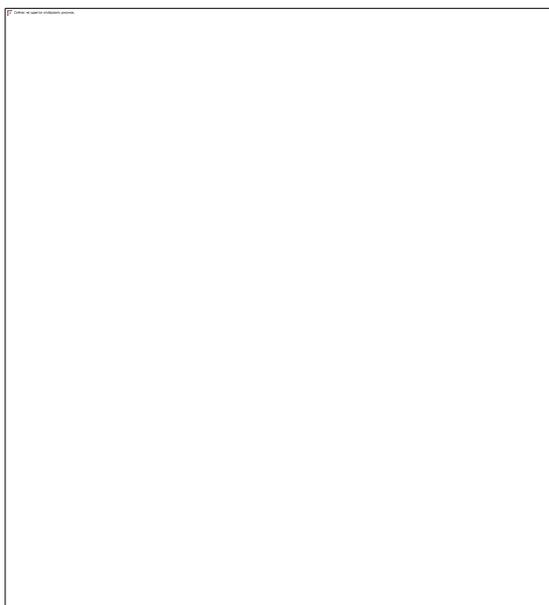
Стены с касательным сопряжением свай используются в несвязных грунтах, чтобы избежать осыпания грунта между сваями при раскрытии котлована, а, следовательно, и осадок поверхности.

Стены из буросекущихся свай сооружают, когда дно котлована ниже подземных вод. На первом этапе изготавливаются через одну сваю без армирования, на втором - между ними устраиваются сваи таким образом, что бы бетон соседних свай частично подрезался. Сваи второго

этапа армируются. Благодаря полученному сцеплению образуется сплошная прочная стена с повышенной водонепроницаемостью. Врезка в бетон соседних свай составляет 80 - 150 мм в зависимости от диаметра свай, который составляет от 600 до 1300 мм.

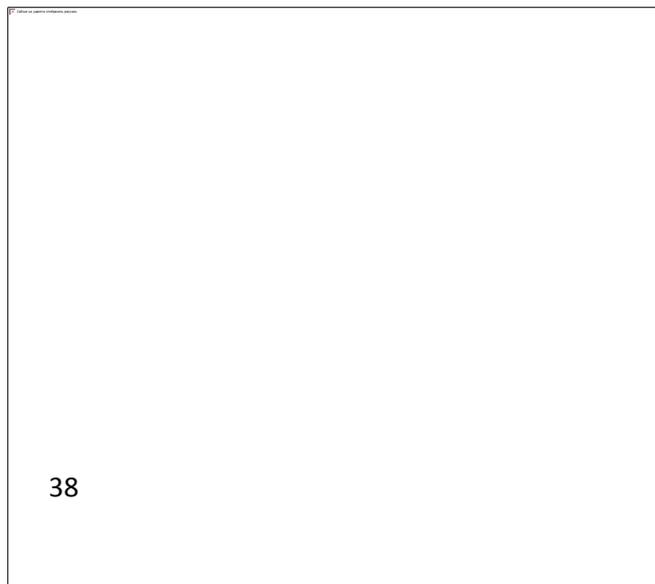
## Приложение Г

### Гидроизоляция утепленной стены подвалов и фундаментов



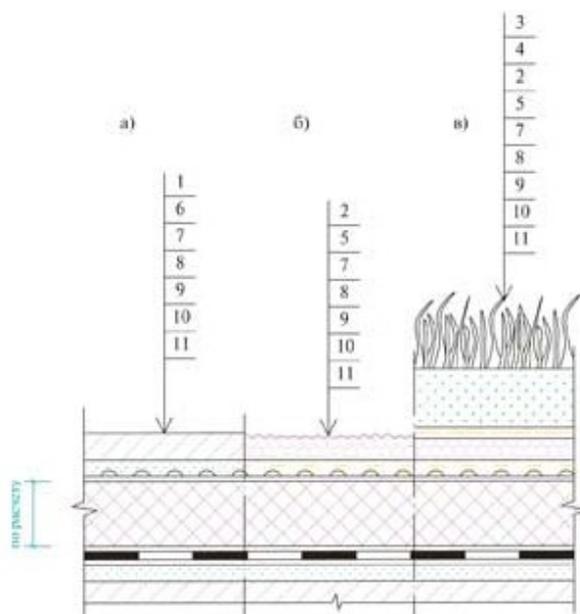
- 1 - мембрана [Тефонд «PLUS»](#);
- 2 - жесткий утеплитель;
- 3 - бортик из цементно-песчаного раствора М 75;
- 4 - железобетонная конструкция;
- 5 - крепежный элемент;
- 6 - герметизирующая мастика;
- 7 - защитный фартук из оцинкованной стали;
- 8 - отмостка;
- 9 - точечная приклейка плит утеплителя.

### Гидроизоляция подвала от напора грунтовых вод



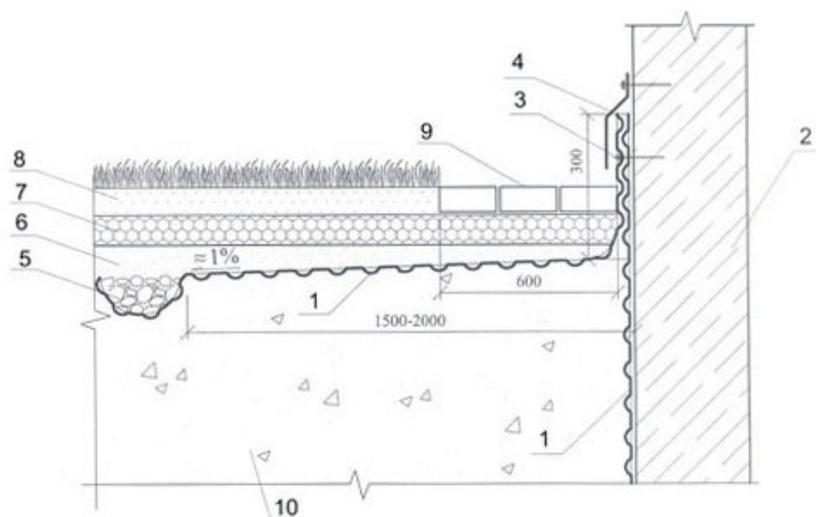
- 1 - гидроизоляция из битуминозных рулонных материалов;
- 2 - мембрана [Тефонд «PLUS»](#);
- 3 - бетонный подстилающий слой;
- 4 - мембрана [Тефонд «DRAIN PLUS»](#);
- 5 - защитный профиль;
- 6 - противокапиллярный гидроизоляционный слой;
- 7 - монолитная железобетонная фундаментная плита;
- 8 - цементная штукатурка;
- 9 - отмостка;
- 10 - максимальный уровень грунтовых вод;
- 11 - обратная засыпка дренирующим грунтом.

### Состав покрытия для инверсионной эксплуатируемой кровли



- 1 – стяжка (дорожки, площадки) из цементно-песчаного раствора или тротуарные плиты на растворе;
- 2 – гравий фракцией 15–20 мм;
- 3 – растительный слой;
- 4 – фильтрующий слой из геотекстиля;
- 5 – мембрана [Тефонд «DRAIN PLUS»](#);
- 6 – мембрана [Тефонд «PLUS»](#);
- 7 – плиты теплоизоляционные (экструзионный пенопласт);
- 8 – основной водоизоляционный ковер Сейфити СБС 3;
- 9 – огунтовочный слой;
- 10 – выравнивающая затирка из цементно-песчаного раствора или уклонообразующий слой из легкого бетона;
- 11 – несущее железобетонное основание.

## Отмостка



- 1 – мембрана [Тефонд «PLUS»](#);
- 2 – железобетонная стена фундамента;
- 3 – гвоздь с полусферической шайбой;
- 4 – защитный профиль;
- 5 – щебень фракцией 30-40 мм;
- 6 – песок;
- 7 – песчано-гравийная смесь фракцией 8-10 мм (10 см);
- 8 – гумус;
- 9 – брусчатый камень;
- 10 – обратная засыпка.

## Приложение Д

Таблица 3

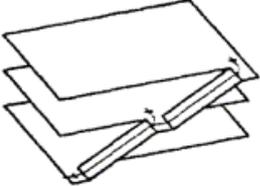
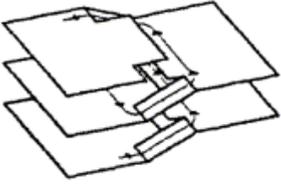
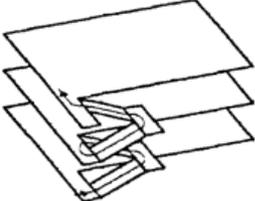
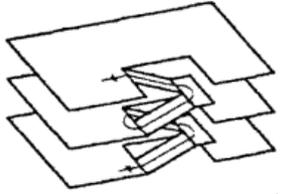
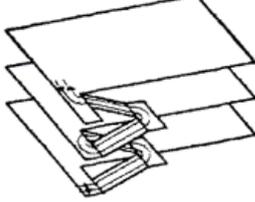
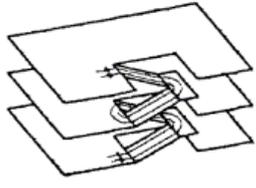
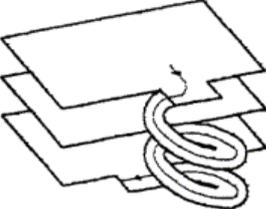
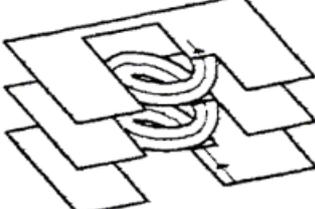
**Типы защитных покрытий бетонных и железобетонных подземных конструкций**

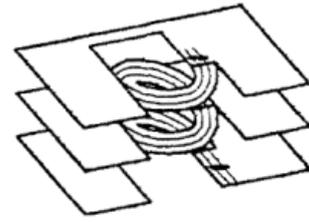
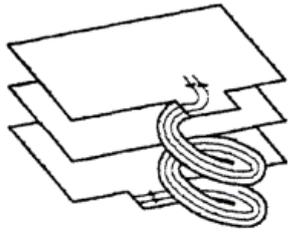
Тип защитного покрытия	Наименование материалов защитных покрытий
Окрасочный и мастичный	Битумные, битумно-полимерные ( битумно-латексные, битумно- наиритные, битумно-эпоксидные, битумно-полистирольные) Полимерцементные (цементно-латексные, цементно-поливинилацетатные, цементно-эпоксидноамидные, цементно-фуриловые и др.) Химически стойкие лакокрасочные покрытия на основе: - хлорсульфинированного полиэтилена, эпоксидных смол и их модификаций и др.;

	<p>- покрытия на основе продуктов переработки сланцев;</p> <p>- армированные лакокрасочные;</p> <p>- на основе термозластомеров (51-Г-10, У-30М)</p> <p>Латексные и др.</p>
Штукатурный	<p>Цементно-песчаные с добавками битумных эмульсий, кремнийорганических жидкостей и др.</p> <p>Полимерцементные с добавками латексов СКС-3 0 , СКС-65 ГП и др., метилметакрилат хлоропрена М Х-30</p> <p>Стеклоцементные (нетканое стекловолокно)</p> <p>Цементно- песчаное покрытие - торкрет</p> <p>Пневмонабрызг (на основе клея БКЦК и др.)</p> <p>Асфальтовые (горячие и холодные) покрыт и я на основе полимерных композиций (эпоксидные, латексные и др.)</p>
Оклеечный	<p>Битумно-рулонные (гидроизол, изопласт, изоэласт, изофлекс, фольгоизол, стеклорубероид, армобитэп и др.)</p> <p>Полиэтилен профилированный</p> <p>Полиизобутилен</p>
Пропиточный	<p>Петролатум</p> <p>Модифицированный битум</p> <p>Асфальт деасфальтизации (крекинг-остатки)</p> <p>Полимеры (стирол-мономер, метилметакрилат, стирол, низкомолекулярный полиэтилен и др.)</p> <p>Кремнийорганические соединения</p> <p>Эпоксидные смолы</p>
Литой	Асфальтовые, битумно-полимерные и др.
Монтируемый	<p>Полимерные пленки и листы (полистирола, полиэтилена, поливинилхлорида, полиметилметакрилата, полиамида, полипропилена и др.)</p> <p>Плиты пенопластов</p> <p>Металлические листы</p>
Засыпной	<p>Гидрофобные кварцевые пески или золы уноса</p> <p>Бентонитовые глины</p>
Инъекционный	<p>Цементно-глинистые и цементно-латексные суспензии</p> <p>Эмульсии из битумов</p> <p>Силикат натрия (жидкое стекло)</p> <p>Жидкие полимеры (карбамидные, фенолформальдегидные, фурановые смолы и др.)</p>

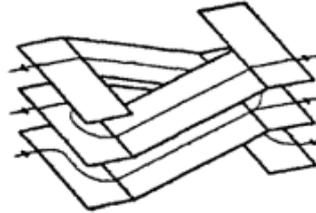
Таблица 4

Типы рам, применяемые в современной практике гаражного строительства

Пристроенные	Встроенные
<p>Прямолинейная одномаршевая</p>	<p>Аппарель</p>
	
<p>Прямолинейная однопутная двухмаршевая</p>	
	
<p>Прямолинейная двухпутная двухмаршевая</p>	
	
<p>Криволинейные однопутные</p>	
	
<p>Криволинейные двухпутные</p>	



Двухходовой винт



Приложение Ж

Таблица 5

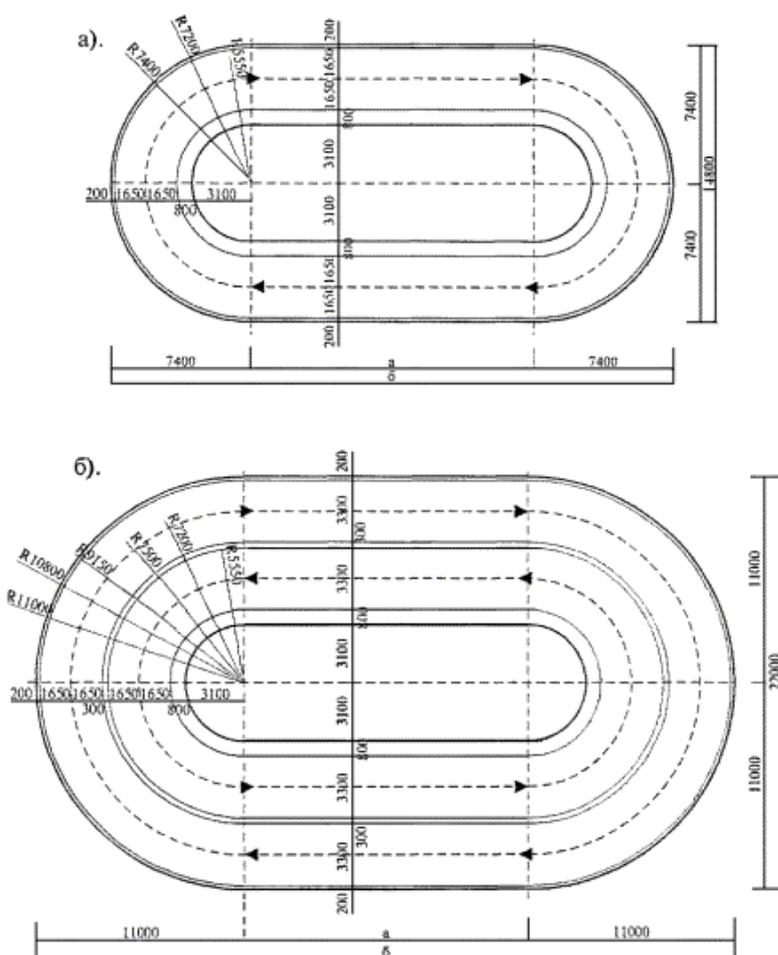
Параметры мест хранения автомобилей

Габариты автомобиля, мм	Габариты машино-места, мм			
	Боковое хранение	Угловое размещение	Рядовое размещение	Рядовое размещение у колонны

### Приложение 3

#### Минимальная горизонтальная проекция прямолинейной двухмаршевой рампы (уклон 10 %)

а) однопутная; б) двухпутная



### Приложение И

Таблица 6

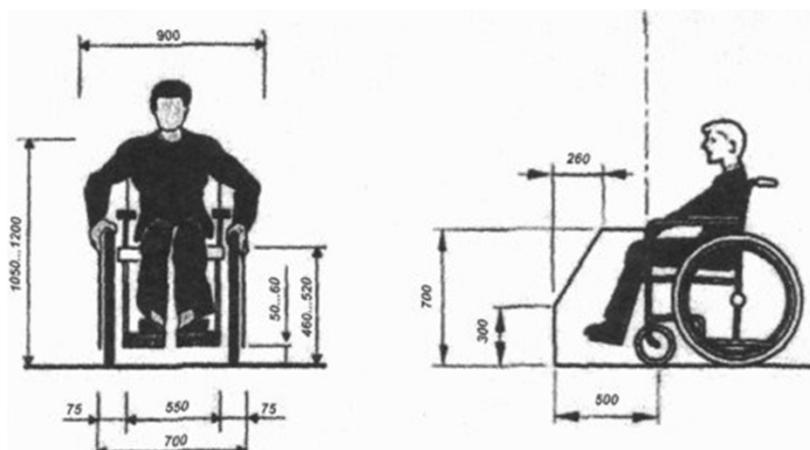
Минимальные площади и параметры горизонтальной проекции наиболее часто применяемых рамп

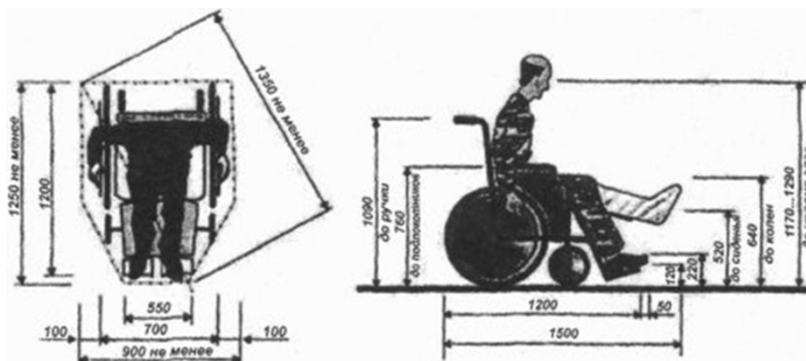
Тип рамп	Уклон	Высота этажа, м	Ширина проезжей части, м	Наружный радиус поворота, м	Длина наклонной части (а), м	Габаритная ширина, м	Габаритная длина (б), м	Площадь, м <sup>2</sup>
Однопутная прямолинейная	10 %	2,5	3,3	7,2	25,0	7,4	39,8	178,4
		2,8	3,3	7,2	28,0	7,4	42,8	191,3

одномаршевая	18 %	2,8	3,3	7,2	15,6	7,4	30,4	138,0
		3,0	3,3	7,2	16,7	7,4	31,5	142,7
Однопутная прямолинейная двухмаршевая	10 %	2,5	3,3	7,2	12,5	14,8	27,3	357,0
		2,8	3,3	7,2	14,0	14,8	28,8	379,2
	18 %	2,8	3,3	7,2	7,8	14,8	22,6	287,5
		3,0	3,3	7,2	8,35	14,8	23,1	294,9
Двухпутная прямолинейная двухмаршевая	10 %	2,5	6,9	10,8	12,5	22,0	34,5	655,0
		2,8	6,9	10,8	14,0	22,0	36,0	688,0
	18 %	2,8	6,9	10,8	7,8	22,0	29,8	551,6
		3,0	6,9	10,8	8,35	22,0	30,3	562,6
Однопутная криволинейная	10 %	2,5	3,3	7,2	-	14,8	14,8	172,0
		2,8	3,3	7,2	-	14,8	14,8	172,0
	13 %	2,8	3,3	7,2	-	14,8	14,8	172,0
		3,0	3,3	7,2	-	14,8	14,8	172,0
Двухпутная криволинейная	10 %	2,5	6,9	10,8	-	22,0	22,0	380,1
		2,8	6,9	10,8	-	22,0	22,0	380,1
	13 %	2,8	6,9	10,8	-	22,0	22,0	380,1
		3,0	6,9	10,8	-	22,0	22,0	380,1
Полурампы (аппарели) однопутные	10 %	2,5	3,3	-	-	8,6	12,5	107,5
		2,8	3,3	-	-	8,6	14,0	120,4
		3,0	3,3	-	-	8,6	15,0	129,0
Полурампы (аппарели) двухпутные	10 %	2,5	6,9	-	-	15,8	12,5	197,5
		2,8	6,9	-	-	15,8	14,0	221,2
		3,0	6,9	-	-	15,8	15,0	237,0

## Приложение К

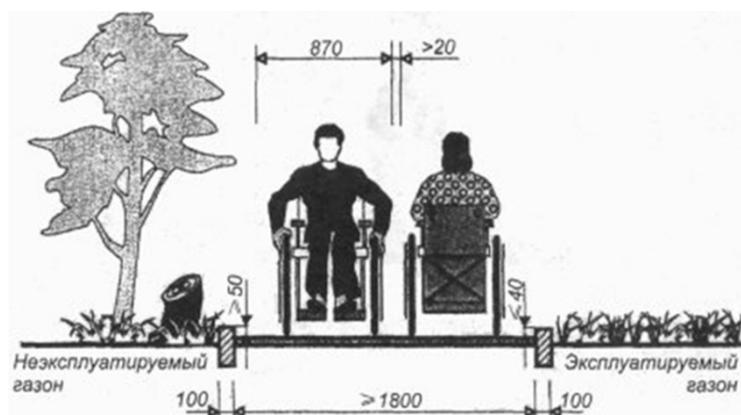
### Примеры обустройства зданий, сооружений и их помещений



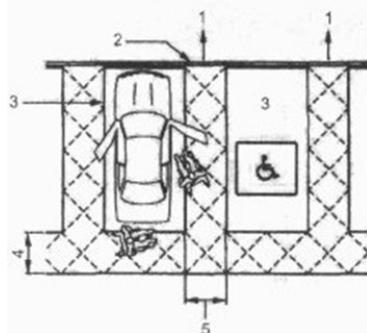


## Приложение Л

### Пути движения у здания



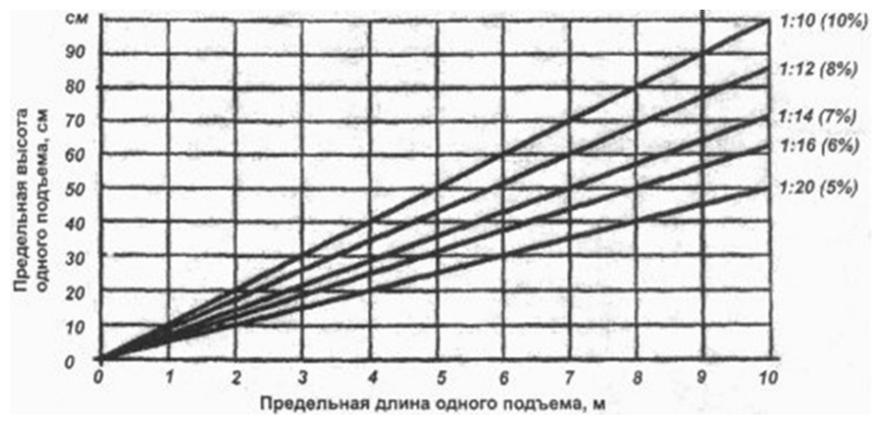
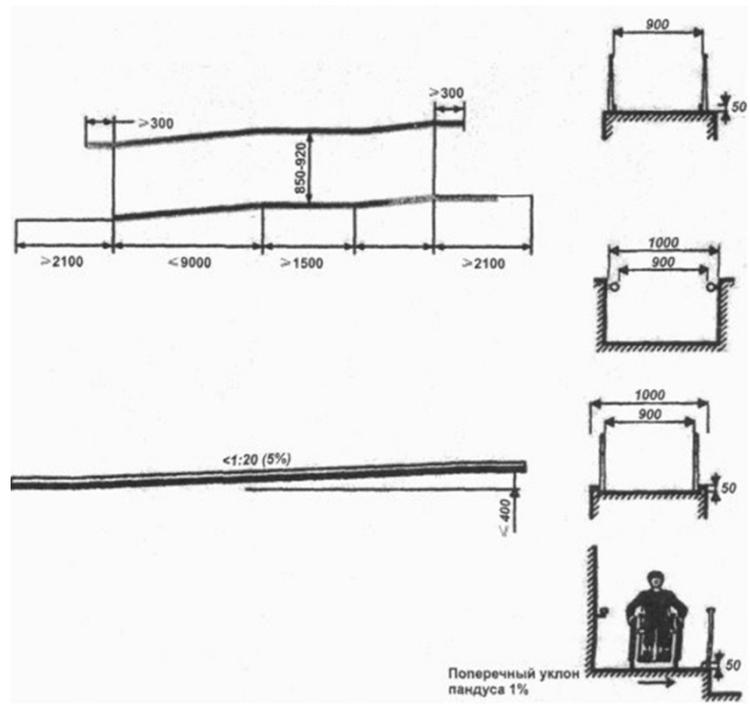
### Габариты зоны стоянки автомашин инвалидов



- 1 — предпочтительный путь движения, позволяющий избежать передвижения позади припаркованных машин;
- 2 — пандус или одноуровневый доступ;
- 3 — специальное парковочное место стандартных размеров (2400x4800 мм);
- 4 — зона безопасности (не менее 1200 мм шириной) для доступа к багажнику и автомобилю с подъемником, расположенным сзади. Расположена вне зоны движения;
- 5 — обозначенная зона доступности (1200 мм шириной) между специальными парковочными местами

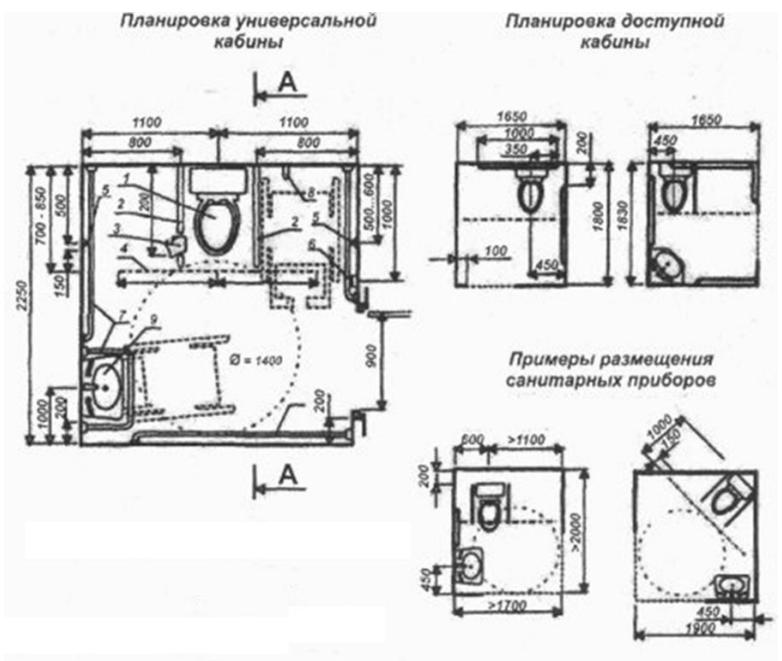
## Приложение М

### Основные параметры пандусов



## Приложение Н

### Кабины общественного туалета





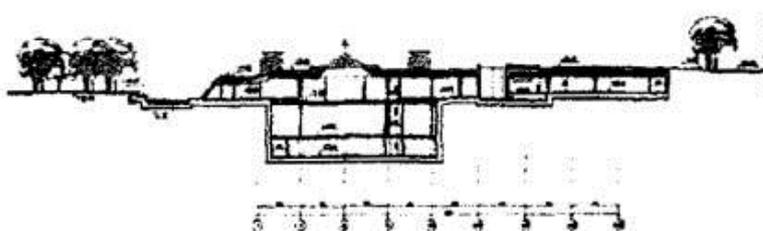
## Приложение О

**Рис. 2.1 . Торгово-рекреационный и подземный комплекс «Охотный ряд» на Манежной площади в г. Москве. Продольный и поперечные разрезы**

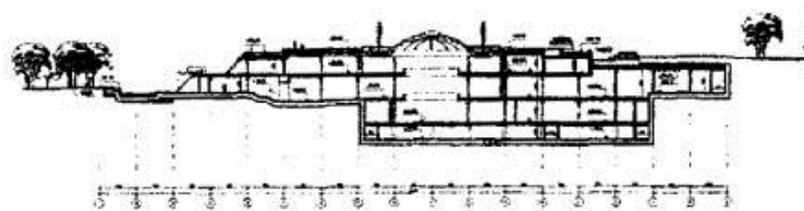
### ПРОДОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ



### ПОПЕРЕЧНЫЕ РАЗРЕЗЫ У ЗДАНИЯ МАНЕЖ



### ПО БОЛЬШОМУ КУПОЛУ



**У Гостиницы « Москва »**

