

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации
строительства

(Наименование учебного структурного подразделения)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Промышленное и гражданское строительство

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

На тему Проектирование 16-ти этажного монолитного жилого здания с подземной автостоянкой в г. Тольятти

Обучающийся	<u>А.А.Парфёнов</u> (инициалы фамилия)
Руководитель	<u>канд. эконом. наук., доцент А.М. Чупайда</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
Консультанты	<u>Е.М. Третьякова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
	<u>канд. педаг. наук., доцент А.В. Юрьев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
	<u>доктор техн. наук., профессор С.Н. Шульженко</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
	<u>канд. экон. наук., доцент. А.Е. Бугаев</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
	<u>канд. экон. наук., доцент. Т.А. Журавлева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)
	<u>канд. тех. наук., доцент. А.Б.Стещенко</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Выпускная квалификационная работа представлена на тему «16-ти этажный монолитный жилое здание с подземной автостоянкой». В данном проекте разработаны такие разделы как:

- архитектурно-планировочный раздел,
- расчетно-конструктивный раздел,
- технология строительства;
- организация строительства;
- экономика строительства;
- безопасность и экологичность объекта.

Материал выпускной квалификационной работы представлен в виде текстовой части – пояснительная записка объемом 112 страниц и графической части, представленной на 8 листах формата А1.

Содержание

Введение	6
1. Архитектурно-планировочный раздел	9
1.1 Исходные данные	9
1.2 Планировочная организация территории и транспортные коммуникации	10
1.3 Объемно-планировочные решения.....	14
1.4 Определение необходимого числа водоприёмных устройств	18
1.5 Конструктивные решения.....	19
1.5.1 Фундаменты	19
1.5.2 Колонны.....	20
1.5.3 Перекрытия и покрытие	20
1.5.4 Стены и перегородки.....	20
1.5.5 Лестницы	21
1.5.7 Перемычки.....	21
1.5.8 Полы	22
1.6 Описание и обоснование композиционных решений при оформлении фасадов и интерьеров здания	22
1.7 Теплотехнический расчет ограждающей конструкции	23
1.8 Теплотехнический расчёт ограждающей конструкции здания по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям	25
1.9 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.....	26
1.10 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений	30
1.11 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия	31
1.12 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров.....	32
1.13 Противопожарные требования и эвакуация людей	36
1.14 Инженерное оборудование.....	38
1.15 Технические решения по водопроводу и канализации.....	39
1.16 Основные решения по обеспечению условий жизнедеятельности инвалидов и маломобильных групп населения.....	40

1.17 Основные строительные показатели	41
2. Расчетно-конструктивный раздел	42
2.1 Общие данные	42
2.2 Исследование напряженно-деформированного состояния	46
2.3 Определение частот и форм собственных колебаний	50
2.4 Дополнительные мероприятия по защите здания от прогрессирующего обрушения	53
2.5 Анализ местных условий строительства	56
2.6 Сбор нагрузок	57
2.7 Расчет и конструирование плитного фундамента	60
2.8 Расчет осадки с использованием расчетной схемы линейно- деформируемого слоя	63
3. Технология строительства	66
3.1 Характеристика объекта	66
3.2 Состав работ, вошедших в технологическую карту	66
3.3 Характеристика условий производства работ	67
3.4 Организация и технология строительных процессов	67
3.5 Опалубочные работы	68
3.6 Арматурные работы	68
3.7 Бетонные работы	70
3.8 Калькуляция трудовых затрат	71
3.9 Численно-квалификационный состав звена	73
3.10 График производства работ	74
3.11 Материально-технические ресурсы	74
3.13 Требования к качеству и приемке работ	75
3.14 Техничко-экономические показатели	76
4. Организация и планирование строительства	77
4.1 Характеристика объекта и анализ условий строительства	77
4.2 Методы производства работ	80
4.3 Выбор метода производства работ	83
4.4 Определение численности персонала строительства	85
4.5 Организация строительной площадки расчет ресурсов	86
4.6 Расчет потребности в воде	87
4.7 Расчет потребности в тепле	89

4.8 Стройгенплан	90
5. Экономика строительства	93
5.1 Определение сметной стоимости строительства	93
5.2 Расчёт стоимости проектных работ	95
5.3 Заключение по разделу экономика строительства	96
6. Безопасность и экологичность объекта	97
6.1 Безопасность труда	97
6.2 Схема планировочной организации земельного участка	98
6.3 Архитектурные решения	101
6.4 Конструктивные и объёмно-планировочные решения	101
6.5 Система электроснабжения	102
6.6 Система водоснабжения	103
6.7 Проект организации строительства	104
6.8 Расчётная часть	105
Заключение	107
Список используемой литературы	109

Введение

Современное градостроительное развитие российских городов характеризуется устойчивым ростом многоэтажного строительства, что связано с необходимостью рационального использования городской территории и удовлетворения потребности населения в жилье. Особый интерес вызывает возведение жилых комплексов с интегрированными функциональными зонами, среди которых подземные автостоянки становятся неотъемлемой частью проектов. Их наличие позволяет сократить нагрузку на наземное пространство, повысить комфортность проживания и улучшить организацию транспортных потоков.

Тема выпускной квалификационной работы связана с проектированием 16-этажного монолитного жилого здания с подземной автостоянкой, что отражает современные тенденции в архитектурной и строительной практике. Применение монолитного каркасного метода обеспечивает гибкость в формировании планировочных решений, высокую степень надежности и долговечности конструкций, а также способствует эффективному использованию строительных материалов.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска решений, которые одновременно обеспечивают функциональность, безопасность и экономическую эффективность. В условиях плотной городской застройки требуется создание зданий, отвечающих санитарно-гигиеническим, противопожарным и эксплуатационным требованиям, при этом сохраняющих архитектурную выразительность и энергоэффективность.

Объектом исследования является процесс проектирования и возведения многоэтажного монолитного жилого здания с подземной автостоянкой.

Предмет исследования — архитектурно-конструктивные, технологические, организационные и экономические особенности реализации данного объекта.

Цель работы состоит в комплексном обосновании проектных, конструктивных, технологических и организационных решений, направленных на создание эффективного, безопасного и экономически оправданного жилого здания.

Для достижения цели определены следующие задачи, соответствующие структуре работы:

1. В первом разделе рассмотреть архитектурно-планировочные решения здания и территории, обосновать выбор конструкций, материалов и инженерных систем.
2. Во втором разделе выполнить расчёты несущих элементов и конструктивных узлов, определить напряжённо-деформированное состояние и устойчивость здания, а также меры защиты от аварийных ситуаций.
3. В третьем разделе исследовать технологические процессы строительства, состав работ, трудовые ресурсы, а также разработать технологические карты и график производства.
4. В четвёртом разделе рассмотреть организацию строительства, методы производства работ, потребности в ресурсах, а также вопросы планирования и взаимодействия участников строительства.
5. В пятом разделе оценить экономику строительства, выявить структуру затрат и рассчитать технико-экономические показатели объекта.
6. В шестом разделе раскрыть вопросы безопасности и экологичности объекта, условия охраны труда, планировочную организацию участка и инженерное обеспечение.

Методы исследования включают инженерные расчёты на основе действующих СНиП и СП, использование специализированного программного обеспечения (ЛИРА-САПР и др.), технико-экономическое моделирование, а также сравнительное изучение нормативных и справочных материалов.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные решения могут быть использованы при проектировании аналогичных жилых комплексов в условиях плотной городской застройки. Материалы исследования служат основой для оптимизации проектных и строительных процессов, повышения эффективности эксплуатации жилых зданий.

Научная новизна работы состоит в систематизации архитектурных, конструктивных, технологических и организационных решений применительно к многоэтажным жилым зданиям с подземными автостоянками, а также в обосновании экономической и экологической составляющей их реализации.

1. Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Бакалаврская работа на тему «Проектирование 16-ти этажного монолитного жилого здания с подземной автостоянкой в г. Тольятти» разработана на основании действующих строительных норм и правил (СП). Место реализации проекта — город Тольятти.

Топографическая основа и инженерно-геологические данные предоставлены кафедрой ИГОФ [1]- [24].

Исходная информация для расчётов и проектных решений приведена в таблице 1, подготовленной на основе нормативной и справочной литературы.

Таблица 1 - Характеристика строительной площадки

Наименование	Значение	Примечание
Климатический район и подрайон строительства	ШВ	СП 131.13330.2018
Расчетные температуры наружного воздуха: а) наиболее холодных суток 0,92, °С б) наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С в) средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	-23 -19 5,2	СП 131.13330.2018
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	82	СП 131.13330.2018
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	59	СП 131.13330.2018
Направление господствующих ветров: декабрь–февраль июль–август	В СВ	СП 131.13330.2018
Зона влажности	Нормальная	СП 131.13330.2018
Количество осадков: апрель–октябрь, мм ноябрь–март, мм	346 219	СП 131.13330.2018
Нормативное значение ветрового давления, кПа	3,8	СП 20.13330.2016
Нормативное значение веса снегового покрова, кПа	1,2	СП 20.13330.2016
Ветровой район	Ш	СП 20.13330.2016
Снеговой район	II	СП 20.13330.2016
Нормативная глубина промерзания грунта, м	0,9	СП 20.13330.2016
Степень огнестойкости здания	I	ГОСТ 30247
Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	20	СП 131.13330.2018
Внутренняя относительная влажность воздуха, %	60	СП 131.13330.2018
Продолжительность отопительного периода, сут.	166	СП 131.13330.2018
Средняя температура воздуха, ≤ 8 °С	-0,1	СП 131.13330.2018

1.2 Планировочная организация территории и транспортные коммуникации

Земельный участок, предназначенный под строительство шестнадцатиэтажного жилого здания каркасно-монолитного типа в городе Тольятти, имеет площадь 0,8035 гектара. Территория ограничена следующими границами: с северной стороны располагается зона малоэтажной жилой застройки, с запада проходит улица Калинина, с юга — улица Свободы, а с востока размещена существующая стоянка для автомобилей. Поверхность участка характеризуется плавным уклоном в юго-восточном направлении, при этом перепад высот составляет около одного метра. На рассматриваемой территории отсутствуют инженерные сети и сооружения, требующие демонтажа перед началом строительства.

Разработка генеральной схемы выполнена с соблюдением санитарно-гигиенических, противопожарных и строительных требований, а также с учётом технологических условий возведения и эксплуатации объекта. Проект предусматривает организацию открытых стоянок на тридцать машиномест, а также подземного гаража, рассчитанного на восемьдесят автомобилей. Движение транспорта и пешеходов спланировано таким образом, чтобы обеспечить безопасное и рациональное распределение потоков. Электроснабжение здания предполагается осуществлять от новой трансформаторной подстанции, проектируемой в пределах участка.

Вертикальная планировка выполнена с учетом существующих отметок рельефа и прилегающей транспортной сети улицы Свободы. Система поверхностного водоотвода организована по бетонным лоткам, размещённым вдоль проезжей части, с направлением стока в пониженные участки, где предусмотрены дождеприёмные колодцы, подключённые к городской ливневой канализации. Вдоль фасадных линий здания проложены пешеходные дорожки с покрытием из тротуарной плитки. На придомовом

пространстве предусмотрены архитектурные малые формы — скамьи и урны. Освещение территории обеспечивается установкой уличных опор со светильниками направленного типа.

Для передвижения пожарной техники и технического транспорта предусмотрен проезд шириной два метра двадцать сантиметров с асфальтобетонным покрытием. На территории комплекса размещены две детские площадки общей площадью 338,3 квадратного метра, площадка для физкультурных занятий площадью 539,6 квадратного метра, а также площадка под мусорные контейнеры площадью 7,8 квадратного метра. Благоустройство участка предусматривает устройство газонов из многолетних трав, высадку декоративных растений и создание зон отдыха.

Подъезд к зданию осуществляется со стороны улицы Калинина. Для пожарных машин предусмотрен кольцевой проезд, обеспечивающий свободное маневрирование и доступ ко всем сторонам сооружения. Входные узлы оборудованы пандусами с противоскользящим покрытием, что обеспечивает возможность безопасного доступа для маломобильных граждан.

Вертикальные отметки проектируемых поверхностей согласованы с существующими значениями по границам участка. Отвод воды с пешеходных зон выполняется за счёт поперечных уклонов в сторону лотков. Проезды рассчитаны на нагрузку, соответствующую проезду пожарных машин и коммунального транспорта. На участках с интенсивным движением предусмотрено усиленное основание дорожного покрытия. Вдоль проездов размещены бордюрные камни, отделяющие пешеходные зоны от транспортных.

Вдоль северной границы участка размещается зелёная полоса, выполняющая санитарно-защитную функцию. Газоны формируются посевом многолетних трав, обладающих устойчивостью к городским условиям. Вдоль пешеходных дорожек планируется установка скамеек, урн и декоративных

светильников. На игровой площадке оборудуются малые формы — качели, горки, карусели и песочницы, соответствующие требованиям безопасности.

Для освещения придомовой территории применяются светодиодные уличные светильники с датчиками сумерек. Система наружного освещения подключается к сети через шкаф управления, расположенный в техническом помещении первого этажа здания. Поддержание необходимого уровня освещенности обеспечивается равномерным распределением светильников вдоль пешеходных маршрутов и проездов.

Организация движения транспорта и пешеходов выполнена с учётом существующих городских подъездных путей и обеспечения беспрепятственного доступа аварийных служб. Радиусы закруглений на поворотах проездов подобраны так, чтобы обеспечить движение пожарных автомобилей и грузового транспорта. На въезде в подземную автостоянку предусмотрен плавный спуск с уклоном не более десяти процентов, оборудованный противоскользящим покрытием и системой снеготаяния.

Вдоль главных фасадов здания расположены тротуары, соединяющие входные группы с уличной сетью. На границах участка предусмотрено устройство ливневых колодцев с последующим подключением к магистральной системе дождевой канализации. Для обеспечения удобства пешеходов дорожки соединены между собой, образуя непрерывные маршруты движения. На пересечениях проездов и пешеходных путей устанавливаются знаки приоритета и направляющие бордюры.

Благоустроительная часть проекта предусматривает не только функциональную, но и эстетическую организацию территории. На придомовом пространстве создаются зоны отдыха с малыми архитектурными формами, площадки для игр детей младшего и среднего возраста, участки для занятий спортом, а также площадка для размещения контейнеров под бытовые отходы, оборудованная бетонным основанием и ограждением из металлических секций.

Транспортное обслуживание организовано так, чтобы исключить пересечение пешеходных и автомобильных потоков. Въездные и выездные участки дорог ориентированы на минимизацию пересечений с тротуарами. Размещение парковочных мест и стоянок соответствует нормативным расстояниям до окон жилых помещений.

Архитектурное решение придомовой территории направлено на обеспечение комфортной среды для жителей и эксплуатационных служб. Пешеходные маршруты связывают входные группы, детские площадки, зоны отдыха и хозяйственные участки. Территория озеленяется с учётом микроклиматических особенностей района, где среднегодовая температура и ветровая нагрузка требуют подбора устойчивых видов растительности.

Вокруг здания предусмотрены площадки для временной остановки спецтранспорта. Для пожарных подразделений обеспечен свободный подъезд ко всем сторонам фасада, а радиусы закруглений путей рассчитаны в соответствии с нормативами по обеспечению безопасного маневрирования техники. Все проезды имеют покрытие из асфальтобетона с основанием из щебня и песчаного слоя.

Вдоль южной и западной границы участка предусмотрена посадка кустарников, создающих визуальное разграничение с проезжей частью. Для снижения пылевого загрязнения в теплое время года выполняется регулярный полив зелёных насаждений. Система ухода за растениями предусматривает устройство поливочного водопровода, подключенного к хозяйственно-питьевым сетям здания.

Пешеходные маршруты соединяют жилой дом с общественными остановками и въездом на территорию. При пересечении с автомобильными проездами применены пониженные бордюры. Входные группы оборудованы пандусами с уклоном, соответствующим требованиям доступности для маломобильных граждан. На площадках перед входами уложено покрытие из

тротуарной плитки с шероховатой поверхностью, предотвращающей скольжение.

Вся планировка территории выполнена в соответствии с действующими нормативными документами, регламентирующими санитарные, противопожарные и строительные условия, а также требованиями по благоустройству и организации транспортно-пешеходных связей.

1.3 Объемно-планировочные решения

Задачи проектирования направлены на создание архитектурно-планировочного решения и пространственной композиции шестнадцатиэтажного жилого дома каркасно-монолитной конструкции, отвечающего эксплуатационным требованиям, санитарно-гигиеническим нормам и архитектурным параметрам выразительности. Геометрия здания, его прямоугольная форма и внутренняя структура определяются конфигурацией предоставленного участка, а также необходимостью соблюдения инсоляционных нормативов для соседних жилых домов, находящихся в непосредственной близости.

Принятая концепция архитектурной планировки предусматривает шестнадцать уровней, где четырнадцать этажей отведены под жилые квартиры типового характера, два нижних уровня — под помещения общественного и обслуживающего назначения, а также предусмотрены цокольная и техническая зоны. В составе комплекса проектом предусмотрено два лифта, незадымляемая лестничная клетка, общий лифтовый холл, а также холлы на каждом уровне для организации удобного передвижения и связи между этажами.

В пределах цокольного яруса размещены технические помещения, обеспечивающие обслуживание инженерных сетей и эксплуатационных систем здания. На первых двух этажах предусмотрено пять встроенных

помещений разного назначения, помещение охраны, вестибюльная зона, общий лифтовый холл, электрощитовая, вентиляционная камера, техническое помещение и камера для мусоросбора. Такое функциональное распределение обеспечивает автономную работу всех инженерных систем и рациональное использование пространства нижних уровней.

На каждом типовом жилом уровне размещается по четыре квартиры. Из них две выполнены по двухкомнатной планировке, а две имеют трёхкомнатную структуру. Общая площадь и конфигурация жилых помещений подобраны с учётом требований эргономики и нормативных показателей комфортного проживания. Квартиры обеспечены необходимыми санитарно-бытовыми помещениями и зонами отдыха, что способствует рациональному использованию пространства.

Жилая площадь квартиры типа 2А составляет 38,44 квадратного метра, общая — 68,32 квадратного метра. Расположение окон ориентировано по сторонам света — на север, восток, юг и запад, что гарантирует естественное освещение помещений в течение не менее двух с половиной часов в день. Ориентация фасадов определена с учётом инсоляционных требований и градостроительных условий, что обеспечивает равномерное распределение света и теплового потока.

Архитектурное решение фасадов выполнено в едином стиле с использованием прямолинейных форм и спокойных пропорций. Оконные проёмы расположены равномерно по фасадным плоскостям, что создаёт симметричный ритм восприятия здания. Вертикальные оси объединяют группы окон, подчеркивая общую композиционную структуру сооружения. Для улучшения визуального восприятия фасад имеет контраст отделочных материалов — облицовочные панели и декоративные вставки из современных фасадных композитов.

Размерные параметры объекта составляют: по осям «1–10» длина равна 29,4 метра, по осям «А–З» — 22 метра. Подземная автостоянка имеет ширину

32,6 метра, что не превышает допустимое значение в сорок метров. Такое соотношение размеров обеспечивает рациональное распределение нагрузок и устойчивость сооружения.

Высота помещений варьируется в зависимости от функционального назначения уровня. Первый этаж имеет высоту 3,4 метра, что позволяет разместить инженерные коммуникации и создать просторное вестибюльное пространство. Типовые жилые этажи имеют высоту 3,0 метра, обеспечивая оптимальные пропорции жилого объема. Ограждение кровли возвышается над покрытием на 1,3 метра, что соответствует требованиям безопасности при эксплуатации.

Архитектурно-планировочная организация внутреннего пространства выстроена на принципах функциональной взаимосвязанности помещений. Холлы и лестничные клетки расположены в центральной части здания, что сокращает пути эвакуации и обеспечивает удобный доступ к квартирам. Лифтовой узел объединяет все уровни, начиная с цокольного, и выходит на технический этаж, где размещено оборудование систем вентиляции и инженерных коммуникаций.

Пространственная структура жилых уровней разработана с учётом рационального использования площади и соблюдения строительных норм. Каждая квартира оборудована кухней, санузлом, жилыми комнатами и балконом. Конфигурация планировок обеспечивает достаточную инсоляцию и естественную вентиляцию. Межквартирные перегородки выполнены из звукоизоляционных материалов, что снижает уровень акустического воздействия.

Инженерные сети здания проходят через технические зоны, размещённые в вертикальных шахтах. Такое конструктивное решение упрощает обслуживание и ремонт систем электроснабжения, водоснабжения и канализации. Вентиляционные шахты организованы таким образом, чтобы

обеспечить естественный воздухообмен без пересечения потоков между жилыми и техническими помещениями.

В архитектурной концепции предусмотрено зонирование помещений по функциональному признаку. Общественные и вспомогательные зоны сгруппированы на нижних уровнях, а жилые располагаются выше, что обеспечивает приватность и комфорт обитателей. Входные группы объединены с помещениями охраны и служебными комнатами, образуя единое пространство входного блока.

Особое внимание уделено организации входных узлов и путей эвакуации. Входы в здание ориентированы на основные транспортные направления. Для обеспечения доступности маломобильных граждан предусмотрены пандусы с противоскользящим покрытием. Конструкция лестничных маршей и лифтовых холлов рассчитана на безопасную и беспрепятственную эвакуацию в случае чрезвычайных ситуаций.

Внешний облик здания характеризуется лаконичностью и сдержанными архитектурными формами. Применены современные материалы с высокими эксплуатационными свойствами, обеспечивающими долговечность и устойчивость к атмосферным воздействиям. Цветовое решение фасадов гармонирует с окружающей застройкой, что позволяет вписать объект в существующую городскую среду.

Архитектурно-планировочное решение удовлетворяет нормативным требованиям по инсоляции, освещенности, санитарным и противопожарным условиям. Пространственная композиция здания формирует завершённый архитектурный образ, при котором каждая конструктивная часть выполняет строго определённую функцию, обеспечивая целостность и рациональность общей структуры. [25]-[30].

Таблица 2 - Планировочные показатели типового этажа

Наименование	Квартиры
-	2А
Жилая площадь, м ²	38,44
Общая площадь, м ²	68,32

Окна квартир ориентированы на север, восток, юг и запад, что обеспечивает естественную инсоляцию не менее 2,5 часов в течение суток.

Общие размеры здания составляют: в осях «1–10» — 29,4 м, в осях «А–3» — 22 м. Ширина подземной автостоянки равна 32,6 м (не более 40 м). Высота помещений: первого этажа — 3,4 м, типовых этажей — 3,0 м. Высота ограждения кровли составляет 1,3 м от верхнего слоя покрытия.

1.4 Определение необходимого числа водоприёмных устройств

Площадь кровли, с которой осуществляется водосбор, равна 464 м². Для учёта климатических условий используется величина q_{20} , определяющая интенсивность дождя продолжительностью 20 секунд в литрах в секунду на гектар. Для района строительства (г. Тольятти) значение q_{20} составляет менее 60 л/с на 1 гектар.

Согласно таблице «Максимально допустимые площади водосбора на одну водоприёмную воронку», допустимое значение составляет 1200 м². Следовательно, расчетная потребность составляет две водоприёмные воронки. В то же время СП 32.13330.2012 предусматривает наличие не менее двух воронок (для резервирования при возможном засорении). Поэтому принято решение устанавливать по две воронки на каждый участок водосбора.

Здание сориентировано с учётом направления господствующих ветров. Для расположения на площадке выполнены черные и красные отметки, а узлы зафиксированы по строительной сетке. Вокруг здания проектируется отмостка, а также подъездные пути и специализированные проезды.

1.5 Конструктивные решения

Конструктивная схема 16-этажного монолитного жилого здания с подземной автостоянкой в городе Тольятти принята каркасно-монолитной. Несущими являются железобетонные колонны, диафрагмы жесткости, фундаментная плита и перекрытия, работающие совместно, формируя пространственную систему, обеспечивающую устойчивость сооружения при всех расчетных воздействиях. Объемно-планировочная структура каркаса представляет собой систему с прямоугольной сеткой колонн, объединенных плитами перекрытий, что создает пространственную жесткость и равномерное распределение нагрузок на фундаменты.

Пространственная неизменяемость здания обеспечивается взаимодействием вертикальных и горизонтальных несущих элементов. Жесткость конструкции достигается за счет монолитных связей в узлах сопряжения колонн, балок и плит перекрытий, а также благодаря наличию железобетонных стен лестнично-лифтового узла, которые работают как диафрагмы жесткости. В основании здания предусмотрена фундаментная плита толщиной 1,0 м, работающая на распределение нагрузки по площади контакта с грунтом.

1.5.1 Фундаменты

Основание запроектировано в виде сплошной монолитной плиты толщиной 1000 мм из бетона класса В30 с рабочим армированием из арматуры класса А500С. Такое решение выбрано для равномерного восприятия нагрузок от несущих элементов здания и передачи их на основание. Плита опирается на грунты, представленные суглинками средней плотности, характеризующимися модулем деформации 14–19 МПа и расчетным сопротивлением 228–239 кПа.

По периметру подземного уровня предусмотрено устройство гидроизоляции из двух слоев наплавляемого материала «Техноэласт ЭПП» на

битумной мастике. Поверх плитного фундамента устраивается защитная цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм.

1.5.2 Колонны

Колонны здания являются несущими вертикальными элементами монолитного железобетонного каркаса. Сечения колонн прямоугольные, с размерами от 300×500 до 700×300 мм в зависимости от расположения в плане и уровня этажности. В подземной части применяются колонны большего сечения — до 1000×250 мм, что связано с повышенными нагрузками.

Материал — бетон класса В30, рабочая арматура класса А500С, хомуты из стали класса А240. Узлы сопряжения колонн с плитами перекрытий выполняются монолитными, что обеспечивает передачу усилий без деформационных разрывов. В зоне первого этажа колонны дополнительно армируются поперечными связями для восприятия горизонтальных воздействий.

1.5.3 Перекрытия и покрытие

Перекрытия всех этажей монолитные, железобетонные, толщиной 200 мм. На техническом уровне допускается увеличение толщины до 220 мм. Конструкция выполняется по сплошной опалубке с двухслойным армированием: нижний и верхний пояса Ø12 мм с шагом 200 мм. Плиты работают как жесткие диски, связывая вертикальные элементы и воспринимая горизонтальные усилия от ветра.

Кровля плоская, рулонного типа, с внутренним водоотводом. Уклон кровли 1,5%. В состав покрытия входят пароизоляция из рубероида на битумной мастике, утеплитель из плит ROCKWOOL «Руф Баттс» толщиной 200 мм, стяжка из цементно-песчаного раствора и два слоя гидроизоляции «Техноэласт».

1.5.4 Стены и перегородки

Наружные ограждения проектируются как самонесущие. Внутренний слой выполнен из полнотелого керамического кирпича толщиной 250 мм.

Теплоизоляционный слой — минераловатные плиты «ВентиБаттс Д» толщиной 70 мм. Между утеплителем и облицовкой предусмотрен вентиляционный зазор 50 мм. Внешняя отделка — навесные панели из керамогранита на металлическом каркасе.

Внутренние несущие перегородки между квартирами возводятся из кирпича толщиной 290 мм, а межкомнатные перегородки внутри квартир — из газобетонных блоков толщиной 100 мм. Звукоизоляция обеспечивается применением плит ROCKWOOL «Флор Баттс».

1.5.5 Лестницы

Лестничные марши и площадки — монолитные железобетонные конструкции толщиной 160 мм, опирающиеся на несущие стены лестничных клеток. Марши выполняются с уклоном 1:2, ширина ступени 300 мм, высота подступенка 150 мм. Ограждения металлические, высотой 1,1 м, с поручнем из нержавеющей стали. На путях эвакуации предусмотрены незадымляемые лестничные клетки с приточной вентиляцией.

1.5.6 Окна, двери, ворота

Оконные блоки — трёхкамерные, выполнены из ПВХ-профиля белого цвета по ГОСТ 30674-99. Стеклопакеты двухкамерные, энергосберегающие. Дверные полотна из ламинированного МДФ и металла, противопожарные двери соответствуют EI-60. Входные группы оборудованы тамбурами с тепловыми завесами.

Въезд в подземную автостоянку осуществляется через секционные ворота размером 3×3 м с электроприводом и дистанционным управлением. Ворота изготавливаются из сэндвич-панелей с теплоизоляционным наполнителем.

1.5.7 Перемычки

Над проёмами в стенах из мелкоштучных материалов применяются сборные железобетонные перемычки по ГОСТ 948-2016. Для внутренних перегородок из газобетона используются облегчённые армированные

перемычки заводского изготовления длиной до 1,8 м. Опираение по концам не менее 250 мм.

1.5.8 Полы

Полы проектируются с учетом функционального назначения помещений. В квартирах настиляется линолеум «Tarkett» толщиной 3 мм по цементно-песчаной стяжке марки М150 толщиной 50 мм. Под стяжкой укладывается звукоизоляция ROCKWOOL «Флор Баттс» толщиной 30 мм и полиэтиленовая плёнка. В технических и общественных помещениях применяются наливные полимерные покрытия. В санузлах — керамическая плитка на клею «ТИМ-31».

В подземной части пола под автостоянкой устройство выполнено с применением гидроизоляции на основе «Техноэласт ЭПП-4», утеплителя из экструдированного пенополистирола толщиной 100 мм и армированной бетонной плиты марки В25.

Таким образом, система конструкций обеспечивает необходимую прочность, пространственную устойчивость и долговечность здания, соответствуя требованиям ГОСТ Р 21.101-2020 и ГОСТ 21.501-2018 к проектной документации.

1.6 Описание и обоснование композиционных решений при оформлении фасадов и интерьеров здания

Площадка под строительство жилого дома расположена в северо-западной части г. Тольятти

Главный фасад выполнен с применением ленточного остекления и современных светопрозрачных конструкций. Подобное решение формирует облик здания, подчеркивает его открытость, выразительность и функциональную направленность. В проекте предусмотрено выделение зон для установки элементов визуальной идентификации многоэтажного

комплекса. Цветовое решение фасадов согласуется с колористикой всего жилого ансамбля.

Композиция архитектурного объема направлена на разграничение основных (главный вход и въезд на территорию с ул. Беляева) и дополнительных входов, что способствует удобной ориентации на территории и облегчает доступ в здание.

В соответствии с техническим заданием, разработка интерьеров общих помещений для 16-этажного дома не предусматривается.

1.7 Теплотехнический расчет ограждающей конструкции

Расчетная температура внутреннего воздуха:

$$t_{int} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон:

$$t_{ht} = -0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Продолжительность отопительного периода:

$$z_{ht} = 166 \text{ суток}.$$

Градусо-сутки отопительного периода:

$$Dd = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (20 - (-0,1)) \times 166 = 3337 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}.$$

Категория здания: жилые дома, лечебные учреждения, детские дошкольные заведения, школы, интернаты, гостиницы, общежития.

Вид ограждающей конструкции: наружная стена.

Нормируемое сопротивление теплопередаче определяется по таблице 4СНиП 23-02-2003:

$$R_{req} = 2.6 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Характеристики слоев ограждающей конструкции сведены в таблицу 3.

Таблица 3 - Характеристики слоев ограждающей конструкции

Наименование материала	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/(м·°C)	Термическое сопротивление, м ² ·°C/Вт
Навесные керамогранитные панели Alutech	-	-	-
Воздушный зазор	-	-	0,18
Утеплитель ROCKWOOL «ВЕНТИ БАТТС Д»	70	0,035	2,00
Кирпич глиняный обыкновенный	250	0,70	0,357
Цементно-песчаный раствор	20	0,76	0,026

Термическое сопротивление каждого слоя определяется отношением его толщины к коэффициенту теплопроводности (таблица 3).

Толщина утеплителя вычисляется по формуле:

$$X_{ут} = \lambda_{ут} \cdot \left(R_{req} - \frac{1}{\alpha_B} - R_K - \frac{1}{\alpha_H} \right)$$

Подставляя значения:

$$X_{ут} = 0.035 \cdot \left(2.6 - \frac{1}{8.7} - (0.357 + 0.026 + 0.18) - \frac{1}{23} \right) \approx 0.066 \text{ м}$$

Принимается толщина утеплителя 70 мм.

Суммарное термическое сопротивление конструкции:

$$R_K = 2.56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности (стены, полы, гладкие потолки, ребристые перекрытия при $h/a < 0,3$):

$$\alpha_i = 8.7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности (стены, покрытия, перекрытия над проездами, холодными подпольями):

$$\alpha_e = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$$

Общее сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_i} + R_K + \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{8.7} + 2.56 + \frac{1}{23} = 2.72 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Так как

$$R_0 = 2.72 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > R_{req} = 2.6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт},$$

условие п. 5.3 СНиП 23-02-2003 по приведенному сопротивлению теплопередаче выполняется.

1.8 Теплотехнический расчёт ограждающей конструкции здания по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям

Температура воздуха внутри отапливаемого помещения:

$$(t_{int} = 20; \text{°C})$$

Расчётная зимняя температура наружного воздуха:

$$(t_{ext} = -22; \text{°C})$$

Нормативный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$(\Delta t_n = 4; \text{°C})$$

Формула для расчёта:

$$(R_{req} = d, (t_{int} - t_{ext})\Delta t_n, \alpha_i)$$

где (n) – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции относительно наружного воздуха.

Для наружных стен, покрытий, чердачных перекрытий, надпроездных конструкций и перекрытий над холодными подпольями:

$$(n = 1)$$

(α_i) – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Подстановка значений:

$$(R_{req} = 1 \times (20 - (-22)) / 4 \times 8.7 = 1.21; \text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт})$$

Термическое сопротивление слоя многослойной ограждающей конструкции определяется отношением толщины слоя к его теплопроводности.

Суммарное термическое сопротивление:

$$(R_k = 2.56; \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт})$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности (стены, полы, гладкие потолки, потолки с выступающими рёбрами при $(h/a < 0.3)$):

$$(\alpha_i = 8.7; \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности (наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами и над холодными подпольями):

$$(\alpha_e = 23; \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Сопротивление теплопередаче конструкции:

$$R_0 = 1/\alpha_i + R_k + 1/\alpha_e$$

Подстановка:

$$R_0 = 1/8.7 + 2.56 + 1/23 = 2.71 \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

После округления:

$$R_0 = 2.72 \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > R_{req} = 1.21 \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Требование пункта 5.4 СНиП 23-02-2003 по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям выполняется.

1.9 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения

В рамках разработанной проектной документации детально установлены требования к используемым отделочным материалам, последовательности технологических операций и характеристикам финишных покрытий в помещениях различного функционального назначения. Каждое помещение рассматривается с точки зрения эксплуатационной нагрузки, санитарных и противопожарных норм, что определяет выбор конкретных решений по отделке и защите конструкций.

Для помещений, предназначенных для общего пользования — коридоров, поста охраны, пожарного поста, гардеробных, помещений

технического персонала, кладовых для хранения противопожарного оборудования, электрощитовых и лестничных клеток — предусмотрена классическая система внутренней отделки. Основание стен из кирпича предварительно покрывается слоем цементно-песчаной штукатурки с последующим шпатлеванием поверхности для выравнивания и устранения микронеровностей. Далее выполняется окрашивание водоэмульсионной краской светлых оттенков, формирующей равномерное покрытие, устойчивое к влажности и истиранию. Такое решение обеспечивает долговечность, визуальную чистоту и лёгкость последующего обслуживания.

В санитарно-технических помещениях и зонах с повышенной влажностью, к числу которых относятся санитарные узлы, помещения инженерно-технического пункта и комнаты хранения уборочного инвентаря, применена система керамической облицовки. Стены облицовываются глазурованной плиткой, фиксируемой на клеевой состав «ТИМ-31», что обеспечивает надежное сцепление и стойкость к воздействию влаги, пара и химических веществ. Поверхность облицовки доводится до потолка, что исключает появление конденсата и способствует поддержанию требуемого санитарного состояния. Цветовая палитра облицовочных материалов выбрана в диапазоне светлых тонов для усиления визуального объёма помещений и соответствия нормам по освещённости.

В кладовых и моечных отделочных решениях используется комбинированный способ обработки поверхностей. Кирпичная кладка покрывается штукатурным составом, затем наносится выравнивающий слой шпатлёвки. Нижняя часть стен, до высоты двух метров, окрашивается масляной краской в светлых тонах, обладающей повышенной износостойкостью и устойчивостью к механическим воздействиям. Верхняя часть поверхностей окрашивается водоэмульсионной краской, что позволяет визуально разграничить помещение и улучшает микроклимат за счёт паропроницаемости покрытия. Такое сочетание обеспечивает не только

эксплуатационную прочность, но и санитарную чистоту при длительном использовании.

Потолочные конструкции встроенных помещений выполнены с применением подвесных систем типа «Armstrong». Каркас подвесов собирается из негорючих профилей, а потолочные панели обладают огнестойкостью, звукопоглощающими свойствами и легкостью монтажа. Такая конструкция скрывает инженерные коммуникации и создаёт возможность для их обслуживания без демонтажа всей системы.

Поверхности полов в помещениях коридоров, поста охраны, инженерно-технического пункта и прочих встроенных зон спроектированы на основе полимерных наливных покрытий. Состав покрытия обеспечивает устойчивость к воздействию химических реагентов, механических нагрузок и перепадам температуры. Гладкая структура полимерного слоя облегчает уборку, снижает пылеобразование и продлевает срок службы напольного покрытия.

В жилых помещениях предусмотрено устройство полов с покрытием из линолеума марки «Tarkett». Материал характеризуется высокой износостойкостью, гибкостью и устойчивостью к влажной уборке. Поверхность линолеума не подвержена выцветанию, а благодаря плотной структуре и ровному основанию достигается хорошая звукоизоляция. Такое решение обеспечивает оптимальное сочетание эстетичности и практичности, снижает эксплуатационные расходы и создаёт комфортные условия для повседневного использования.

Дополнительно в проекте применяются специальные материалы, усиливающие гидро-, тепло- и звукоизоляционные свойства конструкций. В составе системы гидроизоляции используется рулонный материал «Техноэласт ЭПП-4», предназначенный для защиты конструкций от капиллярного подсоса влаги и атмосферных осадков. Для повышения теплотехнических характеристик применяется слой керамзитового гравия

толщиной 20 мм, выполняющий функцию теплоизоляционной подсыпки. В качестве разделительного слоя между конструкциями используется геотекстиль «Геотекс», предотвращающий смещение и деформацию изоляционных материалов.

Теплозащита ограждающих конструкций обеспечивается плитами ROCKWOOL «РУФ БАТТС», обладающими низкой теплопроводностью и стойкостью к механическим нагрузкам. Пароизоляция выполнена в виде одного слоя рубероида, закреплённого на битумной мастике, что предотвращает диффузию влаги в толщу утеплителя. Поверх пароизоляционного слоя выполняется цементно-песчаная стяжка марки М150 толщиной 50 мм, служащая основанием под финишное покрытие.

В составе конструкции полов предусмотрено применение полиэтиленовой плёнки толщиной 150 микрометров, выполняющей роль дополнительного барьера для влаги. Для снижения уровня шума и вибраций используются звукоизоляционные плиты ROCKWOOL «Флор Баттс» толщиной 30 мм, создающие амортизирующий слой между стяжкой и несущей плитой. Для выравнивания основания предусмотрен песчаный слой толщиной 17 мм, обеспечивающий равномерное распределение нагрузки и компенсацию неровностей бетонной поверхности.

Несущие конструкции покрытия выполнены из железобетонных плит толщиной 200 мм. Такая толщина обеспечивает требуемую жёсткость и несущую способность, позволяя воспринимать нагрузки от инженерных систем, утеплителя, гидроизоляции и эксплуатационных воздействий. В совокупности все конструктивные решения отделки, гидроизоляции и утепления создают надёжную и долговечную систему, отвечающую современным строительным нормам и требованиям проектной документации по ГОСТ Р 21.101–2020 и ГОСТ 21.501–2018.

Комплексная организация отделочных и изоляционных работ обеспечивает устойчивость здания к воздействию внешней среды, продлевает

срок эксплуатации конструкций и создаёт оптимальные условия для проживания и технического обслуживания. Рациональное сочетание материалов различного назначения, использование современных технологий и соответствие нормативным параметрам формируют целостную систему внутренней отделки, обеспечивающую комфорт и безопасность эксплуатации объекта.

1.10 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений

Архитектурно-пространственная структура здания разработана с учётом обеспечения оптимального уровня естественной освещённости во всех помещениях, где предусматривается длительное пребывание людей. Компонировка объемов и расположение квартир по плану выполнены так, чтобы световые потоки проникали преимущественно через боковое остекление, создавая равномерное распределение дневного света в жилых пространствах. Такое решение позволяет поддерживать комфортный уровень освещенности без чрезмерного контраста яркости, что положительно влияет на зрительное восприятие и микроклимат помещений.

Планировочные параметры каждого этажа сформированы с учетом ориентации фасадов по сторонам света. В структуре жилого уровня предусмотрена одна квартира, окна которой обращены исключительно в северную сторону. Несмотря на ограниченную инсоляцию, данная квартира удовлетворяет установленным нормативам — продолжительность солнечного освещения составляет не менее двух с половиной часов в сутки. Это достигается благодаря использованию увеличенных световых проемов и оптимальному размещению остеклённых поверхностей относительно фасада.

Для остальных жилых единиц предусмотрены различные комбинации направлений оконных проёмов — запад–север, восток–север, юг–восток и юг–

запад. Такое решение обеспечивает равномерное распределение естественного света в течение суток и исключает появление теневых зон в помещениях. В утренние часы солнечные лучи поступают в квартиры с восточной ориентацией, во второй половине дня — в западные, а южные направления обеспечивают дополнительное освещение в периоды максимальной солнечной активности.

Подобная система ориентации жилых помещений по сторонам горизонта позволяет не только достичь нормативной продолжительности инсоляции не менее двух с половиной часов, но и создать благоприятные условия для естественной вентиляции и терморегуляции внутренних пространств. Архитектурные решения по расположению оконных проёмов согласованы с расчетами инсоляционных показателей, выполненными в соответствии с действующими санитарными и строительными нормами, что гарантирует соответствие проектируемого объекта требованиям по освещённости и энергоэффективности.

1.11 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия

Проектная документация учитывает нахождение жилого дома на участке с характерным для данной местности уровнем шумового фона.

Для инженерных систем разработаны меры, позволяющие поддерживать допустимые показатели шума и вибрации, безопасные для людей, находящихся в здании. Дополнительные специальные мероприятия по вибро- и шумоизоляции не предусмотрены как обязательные.

В конструкциях подсобных, хозяйственных и кладовых помещений применяются звукоизоляционные плиты ROCKWOOL «Флор Баттс»

толщиной 30 мм, что способствует снижению уровня проникновения шумов и повышает комфорт акустической среды.

1.12 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров

Внутренняя отделка проектируемого здания предусматривает применение современных материалов и технологий, отвечающих требованиям пожарной безопасности, санитарно-гигиеническим нормативам и эстетическим критериям архитектурного оформления. Комплекс решений направлен на создание функциональной, долговечной и удобной для эксплуатации среды, где каждый вид помещения отделяется в зависимости от его назначения, интенсивности использования и микроклиматических условий. Все отделочные материалы имеют подтверждённые сертификаты соответствия, экологическую безопасность и устойчивость к воздействию факторов внешней среды.

Дверные полотна санитарных помещений выполнены в светло-коричневом оттенке с имитацией структуры древесины клёна, что гармонирует с общим стилем интерьеров. Оконные блоки имеют белое покрытие с повышенной стойкостью к ультрафиолетовому излучению и изменению влажности, обеспечивая длительный срок службы и сохранение первоначального внешнего вида.

Таблица 4 - Внутренняя отделка помещений

Наименование помещения	Отделочный материал	Нормативный документ
Вестибюли, лифтовые холлы, лестничные клетки, коридоры офисной зоны	Стены – окраска водно-дисперсионной краской; потолки – окраска водно-дисперсионной краской с подвесной системой из акустических плит «Акмигран»; полы – наливное полимерное покрытие	ГОСТ Р 52020–2023, ГОСТ Р 58153–2018
Офисные и административные помещения	Стены – окраска водно-дисперсионной краской; потолки – подвесные конструкции типа «Armstrong» с окраской; полы – коммерческий линолеум	ГОСТ 7251–2019, ГОСТ Р 56707–2021
Бытовые помещения	Стены – окраска водно-дисперсионной краской; потолки – окраска водно-дисперсионной краской; полы – линолеум	ГОСТ Р 52020–2023, ГОСТ 7251–2019
Вспомогательные помещения	Стены – керамическая облицовка; потолки – окраска водно-дисперсионной краской; полы – керамическая плитка	ГОСТ 13996–2021
Санузлы, душевые, умывальные	Стены – керамическая плитка; потолки – декоративная металлическая рейка; полы – керамическая плитка	ГОСТ Р 58271–2018, ГОСТ 6787–2020, Сертификат соответствия № SSAO006.1.4.128
Щитовые и технические помещения	Стены – окраска эмалью ПФ-115; потолки – окраска водно-дисперсионной краской; полы – керамическая плитка	ГОСТ 6465–76, ГОСТ 6787–2020
Жилые помещения	Стены – оклейка обоями; потолки – оклейка обоями; полы – линолеум «Tarkett»	ГОСТ Р 52020–2023, ГОСТ 7251–2019

Отделка внутренних поверхностей разработана в соответствии с требованиями строительных норм и стандартов ГОСТ Р 21.101–2020, ГОСТ 12.1.044–2021 и СП 118.13330–2021, где определены условия для обеспечения долговечности конструкций и санитарной безопасности (таблица 4).

В вестибюлях, коридорах, лифтовых холлах и лестничных маршах применена система финишной отделки на основе водно-дисперсионных лакокрасочных материалов. Поверхность стен предварительно выравнивается

и грунтуются, после чего наносится два слоя краски, создающей матовое покрытие с возможностью влажной уборки. Потолки выполняются с использованием акустических плит «Акмигран», обладающих повышенными звукоизоляционными характеристиками, что способствует снижению уровня реверберации звука. Конструкция подвесной системы монтируется на оцинкованных металлических профилях, соответствующих требованиям пожарной безопасности. Полы в данных зонах выполнены из полимерного наливного покрытия, устойчивого к истиранию, воздействию моющих средств и температурным колебаниям. Такое покрытие образует бесшовную поверхность, удобную в санитарной обработке и обеспечивающую высокий уровень износостойкости.

Офисные и административные помещения имеют комбинированную систему отделки. Стены окрашиваются водно-дисперсионной краской на акриловой основе, устойчивой к загрязнению и истиранию. Потолки оборудованы подвесными конструкциями «Armstrong» с декоративными панелями, обладающими повышенным коэффициентом отражения света, что способствует равномерному освещению рабочих мест. Для пола выбран коммерческий линолеум, соответствующий классу нагрузки не ниже 34 по ГОСТ Р 56707–2021. Он характеризуется высокой плотностью, устойчивостью к деформации и простотой обслуживания.

В бытовых помещениях применяются лакокрасочные покрытия на водной основе, обеспечивающие гигиеническую чистоту и устойчивость к влажности. Потолки окрашиваются аналогичным составом, что создаёт однородную поверхность. В качестве напольного покрытия используется линолеум с защитным полиуретановым слоем, устойчивый к механическим воздействиям.

Во вспомогательных помещениях применяется облицовка стен керамической плиткой, что повышает стойкость к механическим повреждениям и химическим веществам. Поверхности потолков

окрашиваются в светлые оттенки для визуального расширения пространства. Полы укладываются плиткой с противоскользящей структурой поверхности, соответствующей требованиям ГОСТ 13996–2021.

В помещениях санитарного назначения — санузлах, душевых и умывальных — отделка выполняется с применением глазурованной керамической плитки, уложенной на клеевой состав с повышенной адгезией. Поверхности облицовываются на всю высоту помещения, что обеспечивает защиту от влаги и простоту санитарной обработки. Потолки оформляются декоративными металлическими рейками, устойчивыми к коррозии и воздействию водяного пара. Напольное покрытие выполнено из керамической плитки по ГОСТ 6787–2020, обладающей противоскользящим рельефом.

В щитовых и технических помещениях для стен используется пентафталева эмаль ПФ-115 по ГОСТ 6465–76, обладающая стойкостью к воздействию агрессивной среды. Потолки окрашиваются водно-дисперсионными красками, обеспечивающими устойчивость к перепадам температур. Полы отделаны керамической плиткой с повышенной прочностью на сжатие, что исключает разрушение при установке оборудования.

Жилые помещения оформлены в спокойной цветовой гамме. Поверхности стен и потолков оклеиваются обоями на флизелиновой основе, обеспечивающими возможность многократной окраски. Напольное покрытие выполнено из линолеума торговой марки «Tarkett», имитирующего структуру древесины. Материал обладает термостойкостью, устойчивостью к износу и простотой ухода. Входная дверь квартиры имеет тёмно-коричневый оттенок, сочетающийся с напольным покрытием.

Для поддержания единого стилистического решения интерьеров применена нейтральная цветовая палитра — сочетание белых, серых, бежевых и древесных тонов. Поверхности рассчитаны на эксплуатацию в условиях жилых и общественных зданий категории А и В по СНиП 21-01-2023. Все

используемые материалы соответствуют требованиям пожарной безопасности и санитарных норм, а также сертифицированы по ГОСТ ISO 9001–2024.

Совокупность описанных решений формирует функционально выверенную и эстетически сбалансированную внутреннюю среду здания, обеспечивающую долговечность отделочных покрытий, лёгкость обслуживания и соответствие современным архитектурно-строительным требованиям.

1.13 Противопожарные требования и эвакуация людей

Проектные решения разработаны в соответствии с требованиями СНиП 2.01.02–85* «Противопожарные нормы» [5], СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» [6].

Таблица 5 - Пожарная классификация здания

Наименование	Количество
Уровень ответственности	II
Степень огнестойкости здания	I
Класс конструктивной пожарной опасности	CO
Класс функциональной пожарной опасности	Ф1.3 (Многоквартирные жилые дома) Ф3.1 (Предприятия торговли)

В проектных материалах заложен комплекс мер, направленных на обеспечение противопожарной безопасности здания (таблица 5).

Применяется подбор строительных и отделочных материалов с необходимой степенью огнестойкости для стен, перегородок, перекрытий, лестничных маршей, ограждений лестничных клеток, лифтовых шахт, а также для теплоизоляционных слоёв.

Разрабатывается система эвакуации, предусматривающая достаточное количество выходов непосредственно наружу, оборудованных прямыми для удаления дыма.

Предусмотрено проектирование незадымляемой лестничной клетки,

обеспечивающей безопасное перемещение людей в условиях пожара.

В помещениях общественного назначения на каждом этаже обеспечивается требуемое количество рассредоточенных эвакуационных выходов, что способствует организации упорядоченного движения потоков людей.

Формируется схема проездов для беспрепятственного доступа пожарной техники к зданию.

Запроектирован грузопассажирский лифт грузоподъёмностью 630 кг с возможностью работы в режиме перевозки подразделений пожарной охраны.

Двери лестничных клеток выполняются с уплотнением в притворах и снабжаются устройствами самозакрывания для предотвращения распространения дыма.

Организована система пожаротушения с использованием гидрантов, работающая при кольцевой схеме водопровода, что повышает надёжность подачи воды для тушения пожара (таблица 6).

Таблица 6 - Пределы огнестойкости строительных конструкций

Несущие стены, колонны и другие несущие конструкции	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные	Внутренние стены	Конструкции лестничных клеток
R - 120	E 30	REI 60	REI 120	R 60

Длина путей эвакуации от наиболее удалённых зон пребывания людей до ближайших выходов соответствует СНиП 21-02-99*, СНиП 21-01-97*, СНиП 31-05-2003, СНиП 31-03-2001.

Система противодымной защиты реализована за счёт вентиляционных установок. Для удаления дыма предусматривается шахта дымоудаления с принудительной вытяжкой, снабжённая клапанами КДП-5А на каждом этаже со стороны коридора. Для предотвращения распространения дыма проектируется подача наружного воздуха в лифтовые шахты.

1.14 Инженерное оборудование

Внутренние параметры воздуха в помещениях принимаются +20 °С.

Здание подключено к городским тепловым сетям.

1. Отопление помещений — водяное.
2. Система отопления — двухтрубная.
3. Нагревательные приборы — алюминиевые радиаторы «Fondital».
4. В электропомещениях устанавливаются регистры из гладких труб со сварными соединениями и выносом отключающей арматуры за пределы помещений.

5. Трубопроводы выполняются из водогазопроводных труб (ГОСТ 3262-75*) и электросварных труб (ГОСТ 10704-91).

6. Для отключения стояков в цокольном этаже монтируются вентили.

Воздухоотвод осуществляется через воздухоотборники на верхнем этаже.

Изоляция магистральных трубопроводов и стояков:

- при диаметре ≤ 25 мм — шнур из минеральной ваты в оплётке из стеклонити толщиной 30 мм (ТУ 36–1695–79);
- при диаметре > 25 мм — маты из стеклянного волокна МС–50 толщиной 40 мм (ГОСТ 10499–78).

В обоих случаях покрытие выполняется стеклопластиком РСТ по ТУ 6–11–145–80.

Вентиляция

1. В жилых квартирах предусмотрена естественная вентиляция.
2. Санузлы и кухни вентилируются через каналы в кирпичных стенах с выводом в шахты на кровле.
3. Вспомогательные и административно-бытовые помещения проектируются по СНиП 2.09.04-87*.
4. Для встроенных помещений применяется приточно-вытяжная

система с рекуперацией тепла.

Водоснабжение и канализация

Все инженерные коммуникации на территории проектируются подземными в канальной и траншейной прокладке.

1. Системы: холодное водоснабжение (бытовое, пожарное), горячее водоснабжение, канализация бытовых стоков.
2. Подключение выполняется к существующим городским сетям.
3. Глубина заложения: для водопровода — 1,8 м; для канализации — 0,9 м.
4. Напор в городской сети — 30 м.
5. Источник горячего водоснабжения — городские тепловые сети.
6. Грунт — насыпной до отметки 27,04 м.

1.15 Технические решения по водопроводу и канализации

1. Приняты следующие системы:
 - В1 — хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод;
 - Т3, Т4 — горячее водоснабжение (подача и циркуляция);
 - К1 — бытовая канализация.
2. Прокладка трубопроводов: открыто по конструкциям здания, а также под полами первого этажа.
3. Материалы труб:
4. для В1 — стальные оцинкованные трубы ГОСТ 3262-75*, трубы полипропиленовые «Экопластик PN10», чугунные напорные трубы ТУ 1461-037-50254094-2000;
5. для Т3, Т4 — стальные оцинкованные трубы ГОСТ 3262-75*, трубы полипропиленовые «Экопластик STABI PN20»;
6. для К1 — пластмассовые трубы ТУ 4926-010-42943419-97, а также чугунные трубы ГОСТ 6942-98.

7. В неотапливаемых помещениях предусматривается электрообогрев трубопроводов.
8. Изоляция труб от конденсата — «Термафлекс» толщиной 6–13 мм, от теплопотерь — «Термафлекс» толщиной 13 мм.
9. На хозяйственно-питьевом водопроводе монтируются водомеры ВСХ-25, на горячем водоснабжении — ВСГ-25 и ВСГ-15.
10. На вводах устанавливаются задвижки с электроприводом, открываемые дистанционно при пожаре.
11. Полив территории осуществляется из кранов, подключённых к системе В1.
12. Защита трубопроводов — окраска эмалью ПФ-115 (ГОСТ 6465-76) по грунту ГФ-021 (ГОСТ 25129-82*).
13. Подключение В1 — двумя вводами диаметром 200 мм к сети диаметром 500 мм по ул. Орбитальной, трубы — чугунные (ТУ 1461-037-50254094-2000) и полиэтиленовые ПЭ63 SDR11-110-10 (ГОСТ 18599-2001).
14. Канализование — двумя выпусками диаметром 200 мм (полипропилен и чугун), подключение к городской сети диаметром 450 мм выполнено трубой диаметром 300 мм из асбестоцемента ВТ-6.
15. Дождевая канализация и дренаж выводятся за пределы участка также асбестоцементными трубами ВТ-6.

1.16 Основные решения по обеспечению условий жизнедеятельности инвалидов и маломобильных групп населения

Для доступа на первый этаж предусмотрен пандус с уклоном 1:20. Для перемещения между этажами — лифты. Вход защищён от осадков, глубина тамбура более 1,5 м, ширина входной зоны — 2,0 м. Пороги отсутствуют, покрытия путей движения выполнены из материалов, исключающих скольжение при намокании.

1.17 Основные строительные показатели

Таблица 7 - Техничко-экономические показатели по генеральному плану

Наименование	Ед. изм.	Количество
Площадь участка	га	0,8025
Площадь застройки	м ²	646,8
Площадь твёрдого покрытия в границах участка	м ²	4434
Площадь озеленения в границах участка	м ²	2946,1
Вместимость автостоянок	м/м	110

Таблица 8 - Техничко-экономические показатели здания

Наименование	Ед. изм.	Количество
Этажность	эт.	16
Вместимость автостоянок	кв	80
Площадь застройки	м ²	662,4
Строительный объем здания	м ³	28051,9
Общая площадь	м ²	9049
Жилая площадь	м ²	3461,36

В итоге, раздел разработан с учётом СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» (актуализированная редакция СНиП 35-01-2001) (таблицы 7, 8).

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Общие данные

Проектируемое многоквартирное здание отнесено ко II категории ответственности (нормальный уровень). При выполнении расчётов принят коэффициент надежности $\gamma_n = 1,0$.

Планировочная схема объекта представляет собой прямоугольную конфигурацию с размерами в осях $29,4 \times 22,0$ м. Для несущего каркаса принята прямоугольная сетка колонн с шагами вдоль цифровых осей 6600 мм и 3600 мм и вдоль буквенных осей 6600 мм и 3600 мм. Здание состоит из одного подземного и пятнадцати надземных этажей (не считая технического уровня). В подвальном этаже предусмотрены машиноместа, на первых двух уровнях размещены встроенные помещения различного назначения, а выше располагаются квартиры. Высота подвального уровня составляет 3,4 м, а отметка по высоте для этажей с первого по шестнадцатый — 3,0 м.

Кровельная конструкция принята плоской, с малым уклоном, устраивается по железобетонной плите покрытия. Несущая система здания — монолитный железобетонный каркас. Пространственная устойчивость и неизменяемость конфигурации обеспечиваются: жёсткой заделкой колонн в фундаментную плиту; устройством жёстких узлов сопряжения колонн, балок, плит перекрытий и покрытия; работой дисков перекрытий и покрытия в собственной плоскости; монолитными стенами лифтовой шахты и лестничных клеток.

В основании здания предусмотрена сплошная фундаментная плита толщиной 1000 мм. Конструкция здания предусматривает применение монолитного железобетона для основных несущих и ограждающих элементов. Межэтажные перекрытия, включая участок над подвалом, возводятся монолитными с единой толщиной конструкции, равной 200 мм.

Вертикальная несущая система надземной части представлена колоннами прямоугольного сечения. Используются три типоразмера данных элементов: 300×1000 мм, 700×300 мм и 300×500 мм.

Ограждающие конструкции подвала выполнены в виде монолитных стен толщиной 400 мм. Аналогичная технология применяется для стеновых панелей лифтовых шахт и лестничных клеток, однако их толщина уменьшена до 200 мм.

Что касается наружных стеновых ограждений на верхних этажах, то они функционируют исключительно как теплозащитный и изоляционный контур. Эти стены не являются частью несущего каркаса и, следовательно, в расчетах не учитываются как элементы, воспринимающие нагрузку от вышележащих конструкций. Инженерный расчет включает только постоянную нагрузку, создаваемую собственным весом этих стен.

Лестничные пролеты также проектируются как монолитные. Их конструкция интегрирована в общую расчетную модель здания. Согласно проекту, минимально допустимая толщина каждого лестничного марша установлена на отметке 160 мм.

По заданию несущие части каркаса выполняются из бетона класса В30. Армирование — стержневая арматурная сталь: класс А500 — рабочая, класс А240 — поперечная.

Построение модели загрузки и расчёт методом конечных элементов выполнены в программном комплексе ЛИРА-САПР через пользовательский интерфейс. Вычислительная часть комплекса реализует метод конечных элементов, допускает расчёты на статические и динамические воздействия, а также проверку устойчивости модели к развитию прогрессирующего разрушения. Каркас представлен монолитными железобетонными колоннами-пилонами, плитами перекрытий и диафрагмами жёсткости (лестничные площадки и лифтовые шахты).

Проектирование расчётных схем первого этажа и подвала (рисунок 1 и рисунок 2) выполнялось по архитектурным чертежам поэтапно:

- 1 этап: задание геометрии фундаментной плиты и грунтового основания;
- 2 этап: задание геометрии колонн;
- 3 этап: формирование геометрии диафрагм жёсткости, стен подвала, лестнично-лифтового узла;
- 4 этап: построение геометрии плиты перекрытия подвала и типового этажа;
- 5 этап: назначение жёсткостных характеристик;
- 6 этап: сведение всех частей каркаса в единую расчётную схему.

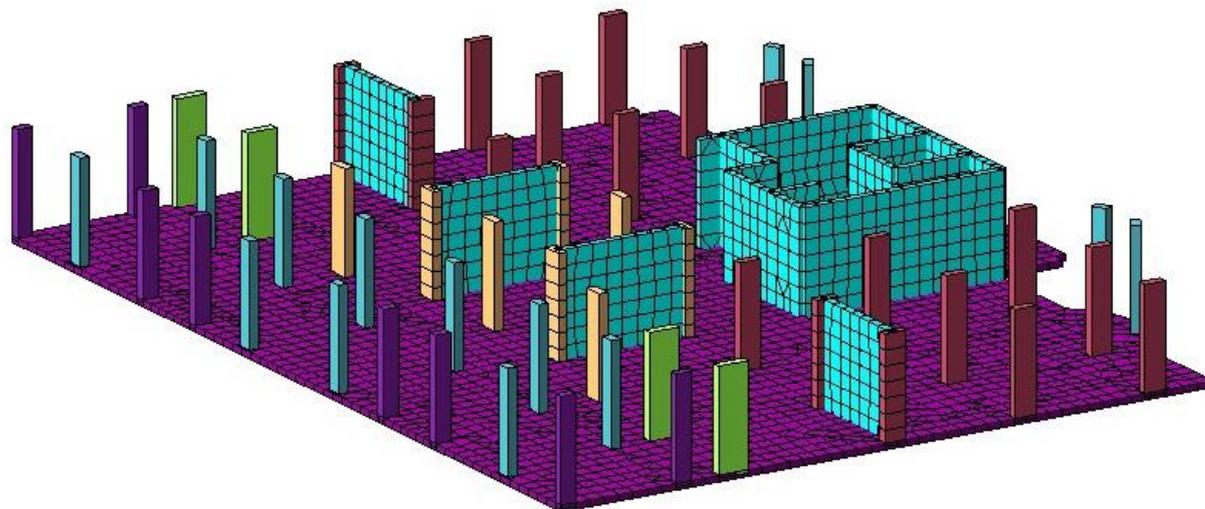


Рисунок 1 – Расчетная схема первого этажа

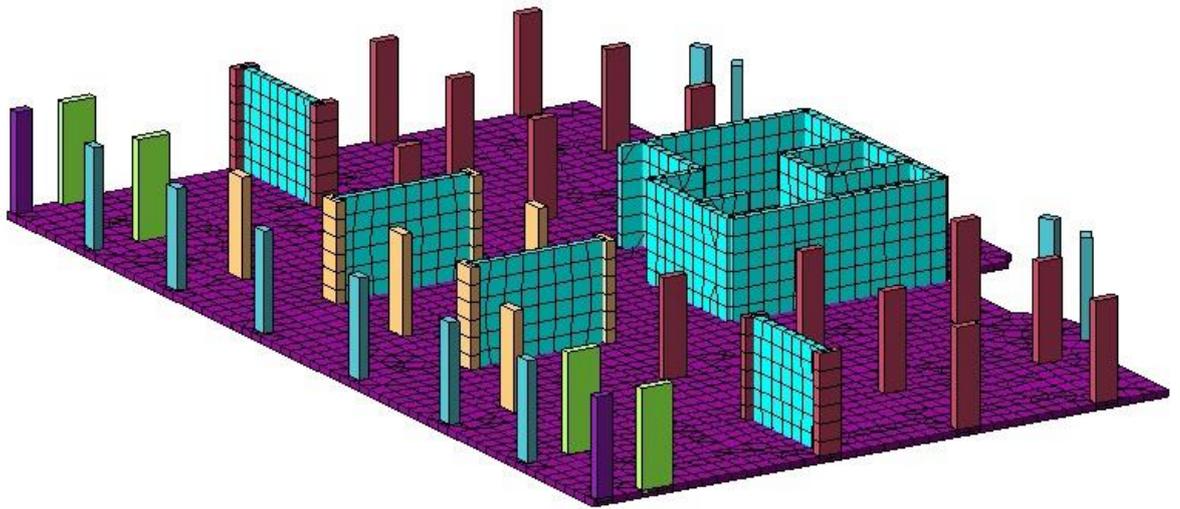


Рисунок 2 – Расчетная схема типового этажа

Расчетные схемы оставшихся этажей получены путем копирования расчетной схемы типового этажа. Полная конечно-элементная модель секции сооружения показана на рисунке 3.



Рисунок 3 – Расчетные схемы оставшихся этажей

Выполнена генерация сетки конечных элементов. Для повышения точности расчётов использован четырёхузловой конечный элемент с размером ячейки $0,5 \times 0,5$ м. В зонах концентрации напряжений сетка была локально сгущена. Внесены корректировки, направленные на улучшение её качества: устранены вытянутые элементы и исправлены некорректно сформированные фрагменты, в том числе с наложением или разрывами.

В общей модели сформировано 164 847 конечных элементов.

Расчёт 16-этажного монолитного жилого дома выполнялся на семь загрузок [1]:

- собственный вес несущих конструкций;
- постоянные нагрузки;
- временные (полезные) нагрузки;
- нагрузка от грунта;
- снеговое воздействие;
- ветер по оси X;
- ветер по оси Y.

Собственный вес несущих конструкций учитывается программным комплексом автоматически [10].

2.2 Исследование напряженно-деформированного состояния

Статический расчёт представляет собой определение напряжённо-деформированного состояния (перемещений, усилий, напряжений и других параметров) конструкций при действии статических нагрузок.

Напряжённо-деформированное состояние (НДС) конструкции — это совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих при действии внешних нагрузок, температурных воздействий и других факторов. НДС может определяться как расчётными, так и экспериментальными методами и отражается в распределении напряжений, деформаций и

перемещений в конструкции. Данный параметр является основанием для оценки прочности, жёсткости и устойчивости [20].

Исследование НДС рассматриваемой конструкции выполнялось с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР.

В результате проведённых расчётов каркаса на статические воздействия получены перемещения узлов конечной элементной модели в координатных направлениях X, Y и Z.

Результаты исследования напряжённо-деформированного состояния элементов каркаса здания удовлетворяют нормативным требованиям (рисунок 4–8).

Другой вариант I3d
РСН1
Мозаика перемещений по X(G)
Единицы измерения - мм

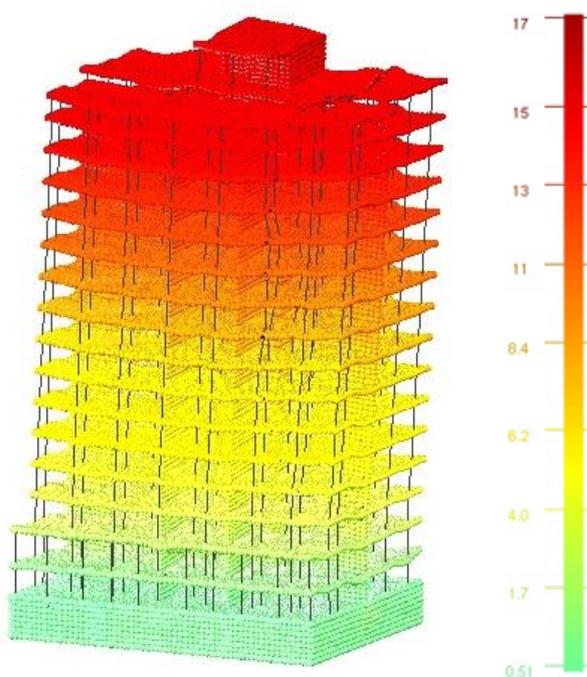


Рисунок 4 – Перемещение по оси X

Другой вариант. I3d
PCN1
Мозаика перемещений по Y(G)
Единицы измерения - мм

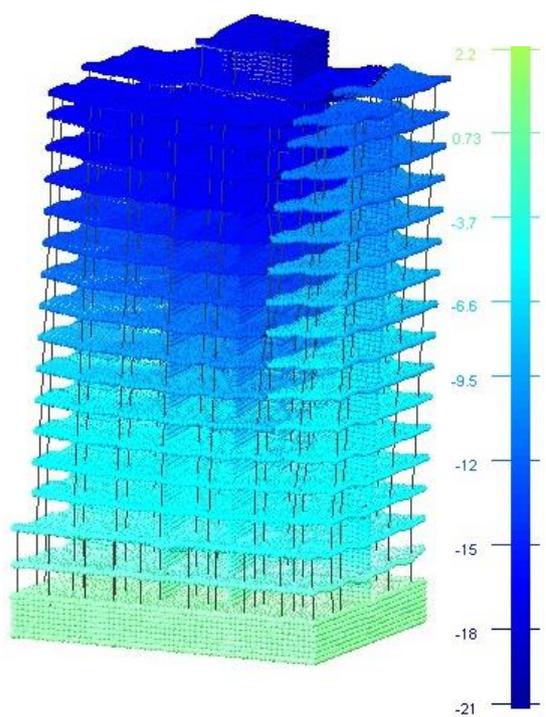


Рисунок 5 – Перемещение по оси Y

Другой вариант. I3d
PCN1
Мозаика перемещений по Z(G)
Единицы измерения - мм

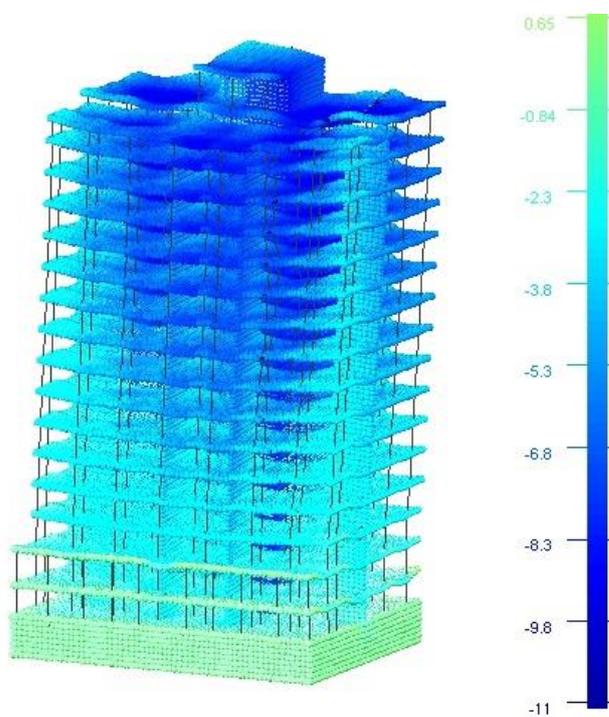
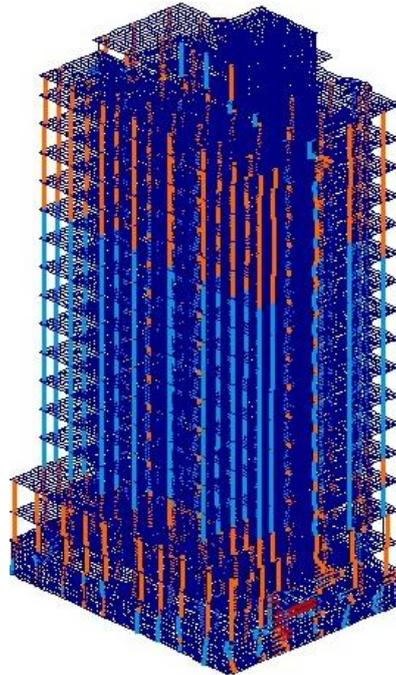


Рисунок 6 – Перемещение по оси Z

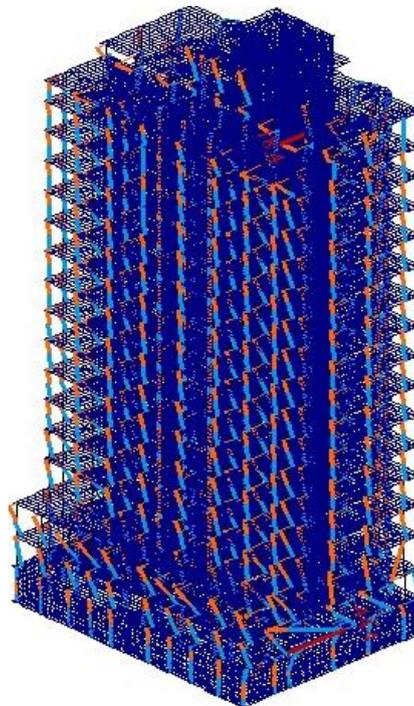
РСН2(СП 20.13330.2011_1)
Эпюра M_y
Единицы измерения - т*м



Минимальное усилие -0.364156; Максимальное усилие 0.717092

Рисунок 7 – Изгибающие моменты M_y

РСН2(СП 20.13330.2011_1)
Эпюра M_x
Единицы измерения - т*м



Минимальное усилие -44.4253; Максимальное усилие 18.4104

Рисунок 8 – Изгибающие моменты M_x

2.3 Определение частот и форм собственных колебаний

В строительной механике одним из наиболее распространённых методов расчёта является модальный анализ, сущность которого заключается в определении частот и форм свободных колебаний конечно-элементной модели в установленном диапазоне. Наибольшее практическое значение имеют первые (низшие) собственные частоты свободных колебаний

$$\omega_1^2 \leq \omega_2^2 \leq \omega_n^2.$$

Связанные с ними формы свободных колебаний позволяют получить представление о характере возможных деформаций конструкции. На стадии проектирования модальный анализ применяется для оценки эффективности работы несущего каркаса здания, уточнения принятых геометрических и физических параметров, а также для проверки конструкции на резонанс [17].

В результате выполнения расчёта определяются главные формы собственных колебаний, значения собственных частот и перемещения узлов модели. Первая форма характеризуется поступательным типом колебаний, вторая форма также поступательная, третья форма относится к крутильному типу. Визуализация полученных форм представлена на рисунках 9–12.

РСН1(СП 20.13330.2011_1)

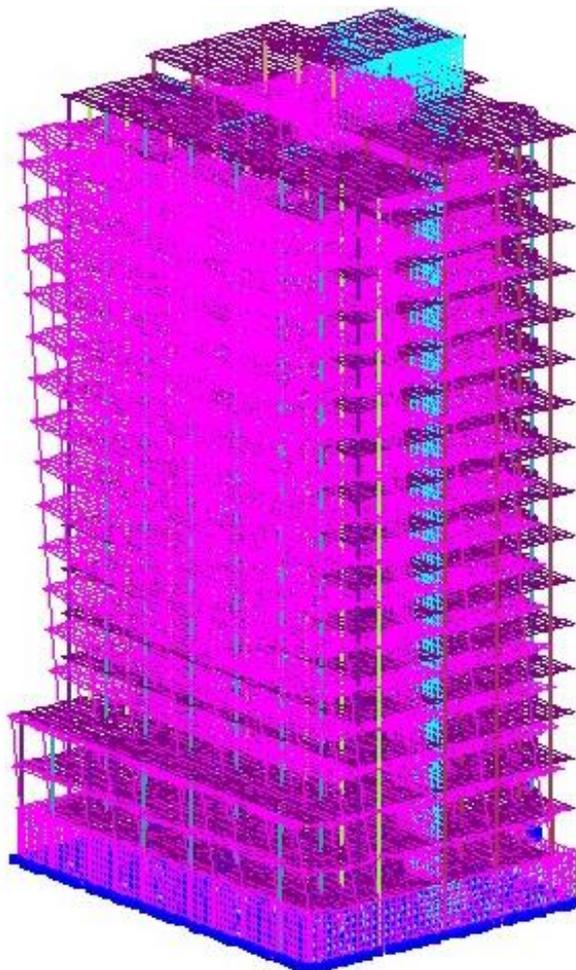


Рисунок 9 – 1-ая форма собственных колебаний

Пульсация
Форма колебаний в л. с. 1
Массы собраны из загрузений: 2,1

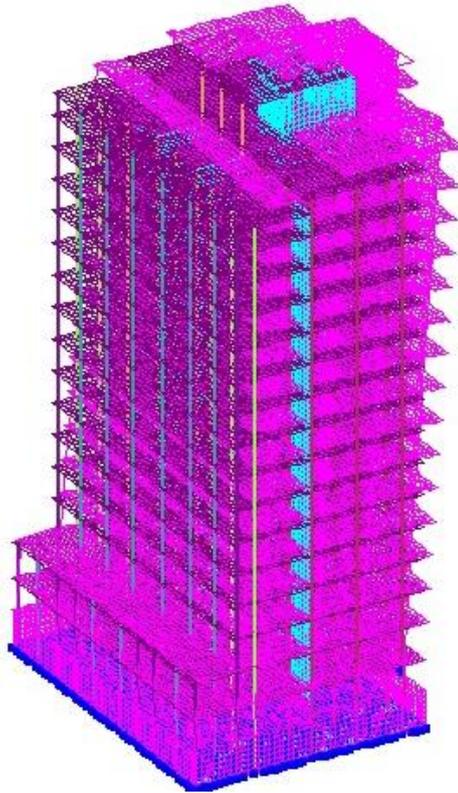


Рисунок 10 – 2-ая форма собственных колебаний

РСН1(СП 20.13330.2011_1)
Форма потери устойчивости в гл. с. 1
Коэффициент 60.757

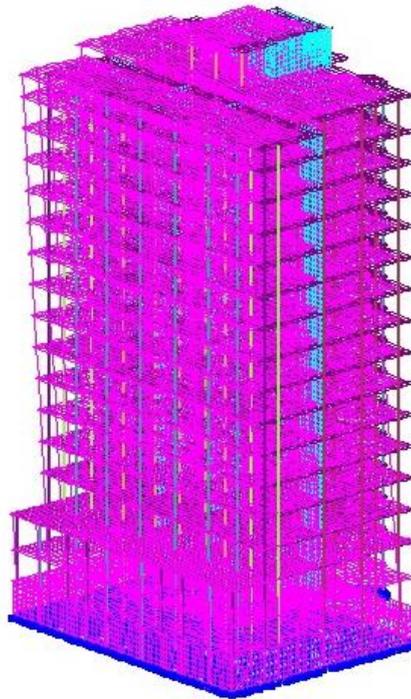


Рисунок 11 – 3-ая форма собственных колебаний

Таблица 9 - Собственные частоты

формы	f, Гц	T, с
1	0.75	1.33
2	0.77	1.29
3	0.87	1.15

Предельное значение частоты собственных колебаний, f_1 Гц, следует определять по таблице 11.5 [1], где для III ветрового района $f_1=1,2$ Гц.

2.4 Дополнительные мероприятия по защите здания от прогрессирующего обрушения

В соответствии с СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения» установлены связи по наружным колоннам и стенам в пределах перекрытий и покрытия. Этими связями обеспечивается восприятие усилий растяжения не менее 20 кН (2 тс) на 1 пог. м фасада здания.

Для восприятия данных усилий растяжения ($7.2\text{м} \cdot 2\text{т} = 14.4\text{т}$) балки сечением 300x500 мм (балка в теле плиты) рассчитана в программном комплексе Лира-САПР по консольной схеме.

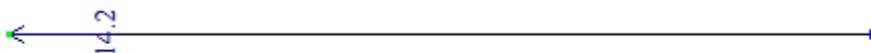
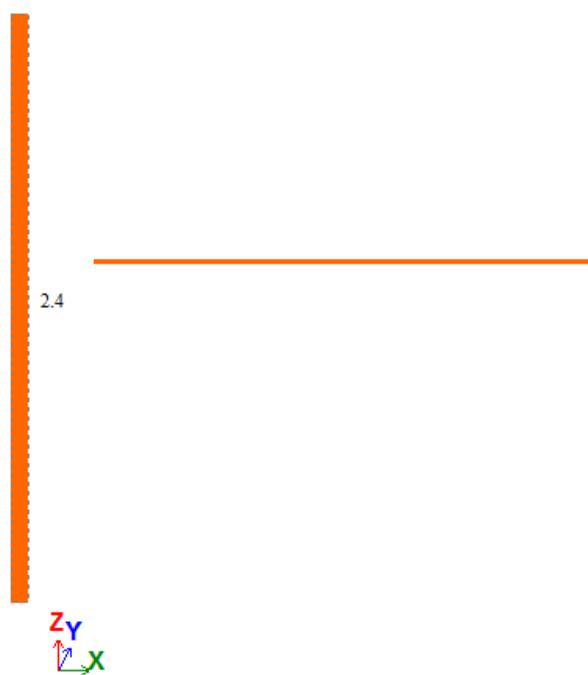


Рисунок 12 – Расчетная схема балки

Выполнен расчет и получено армирование балки (рисунок 13-14).

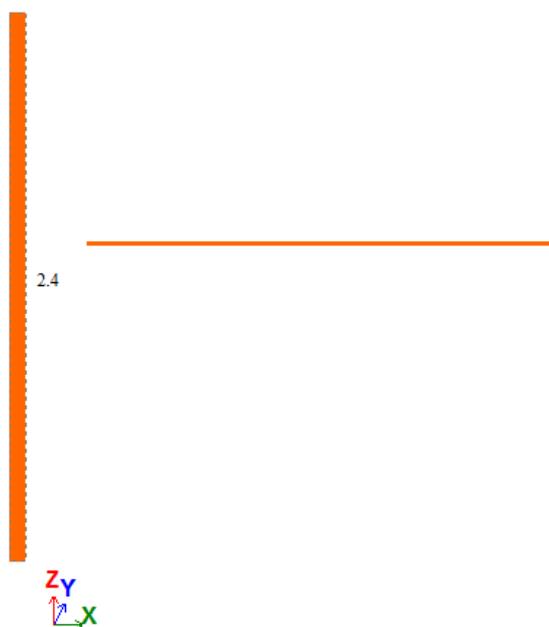
Вариант конструирования: Вариант 1
Расчет по усилиям (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см**2
Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000
Площадь полной арматуры AU1 AU2 . Несимметричное армирование . Максимум 2.40 в элементе 1.

Рисунок 13 – Армирование верхней грани

Вариант конструирования: Вариант 1
Расчет по усилиям (СНиП 2.03.01-84*)
Единицы измерения - см**2
Шаг, Диаметр - мм



Отм. 0.000
Площадь полной арматуры AU3 AU4 . Несимметричное армирование . Максимум 2.40 в элементе 1.

Рисунок 14 – Армирование нижней грани

По результатам расчета требуемое армирование балки в теле плиты - 3 стержня Ø12 мм по верхней и по нижней граням. Принятое армирование соответствует армированию плиты Ø12 мм шагом 200.

В соответствии с СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения» необходимо обеспечить восприятия вертикальными связями между низом колонн и перекрытиями растягивающих усилий, определенных в результате расчетов, но не менее 10 кН (1 тс) на м грузовой площади этой колонны.

Для восприятия данных усилий растяжения ($7.2\text{м} \times 7.2\text{м} \times 1\text{т} = 52\text{т}$) колонна сечением 700x300 мм рассчитана в программном комплексе Лира-САПР по консольной схеме (рисунок 15).



Рисунок 15 – Расчетная схема колонны

Выполнен расчет и получено армирование колонны (рисунок 16).

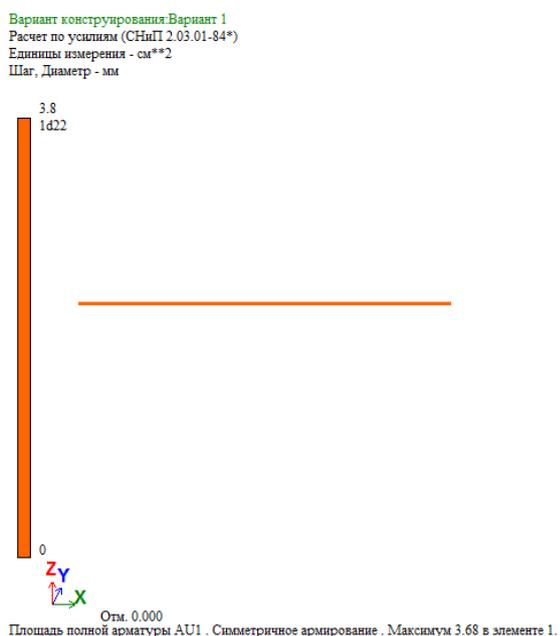


Рисунок 16 – Армирование колонны (1 угол)

По результатам расчета требуемое армирование - 4 стержня Ø22 мм (по 1 стержню в углу сечения). Полученное армирование является минимальным для колонн всех сечений, применяемых в каркасе исследуемого здания.

2.5 Анализ местных условий строительства

Суммарное абсолютное значение среднемесячных отрицательных температур за зимний период для г. Тольятти составляет $Mt = 65,2$.

В ходе проведённых инженерно-геологических изысканий был установлен детальный геолого-литологический разрез грунтовой толщи.

От поверхности до глубины 1,7 м фиксируется почвенно-растительный слой, характеризующийся рыхлой структурой.

На глубине от 1,7 до 8,0 м залегает суглинок лессовидного типа, относящийся к верхнечетвертичному периоду, с непросадочными свойствами и делювиальным генезисом.

Ниже, начиная с отметки 8 м и до разведанной глубины 16 м, располагается глина красноватого оттенка аллювиально-делювиального происхождения, относимая к среднечетвертичному возрасту.

Подземные воды в пределах до 16 м не выявлены, и их подъём в прогнозах не предусмотрен.

Проведённая статистическая обработка данных о грунтах позволила выделить инженерно-геологические элементы (ИГЭ).

Первый элемент (ИГЭ-1) формируется объединением почвенно-растительного слоя и лессовидного суглинка — от поверхности до глубины 8 м, что связано с тем, что верхний слой будет прорезан фундаментами здания.

Ниже залегает тёмно-серый суглинок, образующий второй инженерно-геологический элемент (ИГЭ-2) с глубиной распространения от 8 м до разведанной глубины 16 м.

Физико-механические характеристики грунтовых слоёв приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Физико-механические характеристики грунтов

Номер слоя	E	ρ_{II}	ρ_s	W	W_p	W_L	e	C_I	φ_I	C_{II}	φ_{II}
	МПа	т/м ³	т/м ³	в долях единиц				кПа	град	кПа	град
ИГЭ-1	14	1,68	2,68	0,18	0,21	0,33	0,89	18	16	28	17
ИГЭ-2	19	1,78	2,70	0,16	0,18	0,30	0,79	30	14	46	16

Классификация грунтов по ГОСТ 25100-2011

ИГЭ-1. Число пластичности :

$$I_p = (W_L - W_p) \cdot 100\% = (0,33 - 0,21) \cdot 100\% = 12\%. \text{ Грунт суглинок.}$$

Показатель текучести:

$$I_L = \frac{(W - W_p)}{(W_L - W_p)} = \frac{0,18 - 0,21}{0,33 - 0,21} = -0,25 - \text{Суглинок твердый;}$$

здесь W_p и W_L - влажность грунта на границах текучести и раскатывания (верхней и нижние границах пластичности), выраженные в процентах.

Модуль деформации согласно заданию $E = 14$ МПа.

Расчетное сопротивление R_0 определяем по приложению 25[1] в зависимости от I_L и e .

Расчетное сопротивление $R_0 = 228,75$ кПа.

ИГЭ-2. Степень влажности:

$$I_p = (W_L - W_p) \cdot 100\% = (0,30 - 0,18) \cdot 100\% = 12\%. \text{ Грунт суглинок.}$$

Показатель текучести:

$$I_L = \frac{(W - W_p)}{(W_L - W_p)} = \frac{0,16 - 0,18}{0,30 - 0,18} = -0,167 - \text{Суглинок твердый;}$$

здесь W_p и W_L - влажность грунта на границах текучести и раскатывания (верхней и нижние границах пластичности), выраженные в процентах.

Модуль деформации согласно заданию $E = 19$ МПа.

Расчетное сопротивление R_0 определяем по приложению 25[1] в зависимости от I_L и e .

Расчетное сопротивление $R_0 = 239,17$ кПа.

2.6 Сбор нагрузок

Площадь перекрытия типового этажа составляет: $S = 632,4 \text{ м}^2$ Периметр стен наружного ограждения составляет: $P = 103,2 \text{ м}$.

Нагрузки на типовой этаж.

Распределенные нагрузки: конструкция пола $q_1=1,6 \text{ кН/м}^2$; собственный вес плиты перекрытия $h=200 \text{ мм}$ $q_2=5 \text{ кН/м}^2$; вес перегородок $q_3=2,47 \text{ кН/м}^2$; полезная нагрузка $q_4=2,12 \text{ кН/м}^2$;

Нагрузка от распределенных нагрузок на плиту составит $N_1=(1,6+5+2,47+2,12) \cdot 632,4 = 7076,56 \text{ кН}$.

Нагрузка от наружных стен:

$$N_2=12,67 \cdot 103,2=1307,54 \text{ кН}$$

Нагрузка от 16 этажей составит:

$$N_{16\text{эт}}=16 \cdot (7076,56+1307,54)=134145,6 \text{ кН}$$

Нагрузки на покрытие $q_5=1,43 \text{ кН/м}^2$; снег $q_6 = 1,2 \text{ кН/м}^2$;

согласно п.10.1. СП 20.13330.2016. Принимаем: $c_t = 1$; $c_e = 1$; $\mu = 1$.

Ветровую нагрузку определяем по СП 20.13330.2016

Тип местности IV, $\omega_0= 0,38 \text{ кН/м}^2$

Проектируемое здание с плоской кровлей. По приложению Д.1.2 принимаем аэродинамические коэффициенты: с наветренной стороны $C_e=0,8$; с подветренной стороны $C_e=0,5$.

Ветровую нагрузку определяем как сумму средней и пульсирующей составляющих.

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m на высоте h над поверхностью земли определяем по формуле $w_m=w_0k$ где: w_0 - нормативное значение ветрового давления,

k -коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления; c -аэродинамический коэффициент, принимаемый по приложению 4 СП, для наветренной стороны $c=+0,8$; для подветренной стороны $c = -0,6$. Длина фасада здания, обращенного к ветру 22 м. Принимаем, что ветер дует перпендикулярно к фасаду здания.

Ветровые нагрузки составят:

$$W_{m1} = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 0,5 \cdot (0,8+0,6) \cdot (22 \cdot 5,0) = 40,96 \text{ кН}$$

$$W_{m2} = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 0,65 \cdot (0,8+0,6) \cdot (22 \cdot 5,0) = 53,25 \text{ кН}$$

$$W_{m3} = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 0,85 \cdot (0,8+0,6) \cdot (22 \cdot 10,0) = 139,28 \text{ кН}$$

$$W_{m4} = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 1,1 \cdot (0,8+0,6) \cdot (22 \cdot 20,0) = 360,48 \text{ кН}$$

$$W_{m5} = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot (0,8+0,6) \cdot (22 \cdot 12,54) = 267,12 \text{ кН}$$

$$W_{m6} = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot (0,8+0,6) \cdot (22 \cdot 3) = 63,90 \text{ кН}$$

Момент от ветровой нагрузки составит:

$$M_m = 40,96 \cdot 2,5 + 53,25 \cdot 7,5 + 139,28 \cdot 15,0 + 360,48 \cdot 30,0 + 267,12 \cdot 46,27 + 63,90 \cdot 54,04 = 29218,17 \text{ кНм.}$$

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки W_p на высоте z для многоэтажных зданий с постоянной по высоте жесткостью, массой и шириной наветренной поверхности допускается определять по формуле: $W_p = 1,4 \cdot \xi \cdot z/h \cdot W_{ph}$

где: ξ - коэффициент динамичности, определяемый в зависимости от параметра $\varepsilon = \frac{\sqrt{\gamma_t \cdot w_0}}{940 \cdot f_I} = \frac{\sqrt{1,4 \cdot 38}}{940 \cdot 1,2} = 0,006$ железобетонных и каменных конструкций ($\delta=0,3$)-предельное значение частоты собственных колебаний;

По рисунок 1.11 СП 20.13330.2016 принимаем $\xi = 1,7$

W_{ph} - нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки на высоте h , определяемое по формуле: $W_{ph} = W_m \zeta v$

где: ζ - коэффициент пульсации давления ветра на уровне z , принимаемый по таблице 11.4 СП 20.13330.2011

v -коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра, принимаемый по таблице 11.6 СП 20.13330.2011 в зависимости от параметров ρ и χ . В нашем случае $\rho=22$; $\chi=54,6$ м. Тогда $v=0,665$

Определяем значения ζ :

$$\zeta_1=1,22; \zeta_2=1,06; \zeta_3=0,92; \zeta_4=0,8; \zeta_5=0,74; \zeta_6=0,74;$$

$$W_{ph1} = 40,96 \cdot 1,22 \cdot 0,665 = 33,23 \text{ кН} \quad W_{p1} = 1,4 \cdot 2,5 / 54,6 \cdot 1,7 \cdot 33,23 = 3,62 \text{ кН}$$

$$W_{ph2} = 37,54 \text{ кН} \quad W_{p2} = 4,09 \text{ кН}$$

$$W_{ph3}=85,21\text{кН}$$

$$W_{p3}=9,29\text{кН}$$

$$W_{ph4}=191,78\text{кН}$$

$$W_{p4}=20,90\text{кН}$$

$$W_{ph5}=131,45\text{кН}$$

$$W_{p5}=14,32\text{кН}$$

$$W_{ph6}=31,45\text{кН}$$

$$W_{p6}=3,43\text{кН}$$

Момент от пульсационной составляющей ветровой нагрузки составляет:

$$M_p = 21894,61$$

Суммарный момент от ветровой нагрузки:

$$M=M_m+M_p=29218,17+21894,61=51112,78\text{кНм}$$

2.7 Расчет и конструирование плитного фундамента

Принимаем фундаментную плиту толщиной 1,0 м.

Площадь фундаментной плиты $A=29,4\cdot 22,0=646,8\text{ м}^2$

$$N_{\text{фп}}=0,95\cdot 1,1\cdot (646,8\cdot 1,0)\cdot 25=16897,65\text{ кН}$$

Колонны на отметке -3.400... +3.000.

КМ1 1шт. 250х1350

$$G_{k1}=\gamma_n\cdot \gamma_f\cdot V_k\cdot h_k\cdot \gamma_1=0,95\cdot 1,1\cdot 0,25\cdot 1,35\cdot 9\cdot 25=79,36\text{ кН}$$

$$N_{\text{кол1}}=1\cdot 79,36=79,36\text{ кН}$$

КМ2 13шт. 250х750

$$G_{k2}=\gamma_n\cdot \gamma_f\cdot V_k\cdot h_k\cdot \gamma_1=0,95\cdot 1,1\cdot 0,25\cdot 0,75\cdot 9\cdot 25=44,09\text{ кН}$$

$$N_{\text{кол2}}=13\cdot 44,09=573,17\text{ кН}$$

КМ3 3шт. 250х1000

$$G_{k3}=\gamma_n\cdot \gamma_f\cdot V_k\cdot h_k\cdot \gamma_1=0,95\cdot 1,1\cdot 0,25\cdot 1\cdot 9\cdot 25=58,78\text{ кН}$$

$$N_{\text{кол3}}=3\cdot 58,78=176,34\text{ кН}$$

КМ4 4шт. 300х300

$$G_{k4}=\gamma_n\cdot \gamma_f\cdot V_k\cdot h_k\cdot \gamma_1=0,95\cdot 1,1\cdot 0,3\cdot 0,3\cdot 9\cdot 25=21,16\text{ кН}$$

$$N_{\text{кол4}}=4\cdot 21,16=84,65\text{ кН}$$

КМ5 2шт. 250х1200

$$G_{k5}=\gamma_n\cdot \gamma_f\cdot V_k\cdot h_k\cdot \gamma_1=0,95\cdot 1,1\cdot 0,25\cdot 1,2\cdot 9\cdot 25=70,54\text{ кН}$$

$$N_{\text{кол5}}=2 \cdot 70,54=141,08 \text{ кН}$$

Колонны на отметке +5.900... +11.900.

КМ6 1шт. 250x1000

$$G_{\text{к6}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 25 = 58,79 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол6}}=1 \cdot 58,79=58,79 \text{ кН}$$

КМ7 13шт. 250x750

$$G_{\text{к7}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 0,75 \cdot 9 \cdot 25 = 44,09 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол7}}=13 \cdot 44,09=73,12 \text{ кН}$$

КМ8 3шт. 250x1000

$$G_{\text{к8}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 25 = 58,79 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол8}}=3 \cdot 58,79=176,37 \text{ кН}$$

КМ9 4шт. 300x300

$$G_{\text{к9}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 9 \cdot 25 = 21,16 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол9}}=4 \cdot 21,16=84,65 \text{ кН}$$

КМ10 2шт. 250x1200

$$G_{\text{к10}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1,2 \cdot 9 \cdot 25 = 70,54 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол10}}=2 \cdot 70,54=141,08 \text{ кН}$$

Колонны на отметке +14.900... +20.900.

КМ11 1шт. 250x1000

$$G_{\text{к11}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 25 = 58,79 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол11}}=1 \cdot 58,79=58,79 \text{ кН}$$

КМ12 13шт. 250x750

$$G_{\text{к12}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 0,75 \cdot 9 \cdot 25 = 44,09 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол12}}=13 \cdot 44,09=73,12 \text{ кН}$$

КМ13 3шт. 250x1000

$$G_{\text{к13}} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 25 = 58,79 \text{ кН}$$

$$N_{\text{кол13}}=3 \cdot 58,79=176,37 \text{ кН}$$

КМ14 4шт. 300x300

$$G_{к14} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 9 \cdot 25 = 21,16 \text{ кН}$$

$$N_{кол14} = 4 \cdot 21,16 = 84,65 \text{ кН}$$

КМ15 2шт. 250x1200

$$G_{к15} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1,2 \cdot 9 \cdot 25 = 70,54 \text{ кН}$$

$$N_{кол15} = 2 \cdot 70,54 = 141,08 \text{ кН}$$

Колонны на отметке +23.900... +47.900.

КМ16 1шт. 250x750

$$G_{к16} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 0,75 \cdot 27 \cdot 25 = 132,26 \text{ кН}$$

$$N_{кол16} = 1 \cdot 132,26 = 132,26 \text{ кН}$$

КМ17 13шт. 250x750

$$G_{к17} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 0,75 \cdot 27 \cdot 25 = 132,26 \text{ кН}$$

$$N_{кол17} = 13 \cdot 132,26 = 1719,38 \text{ кН}$$

КМ18 3шт. 250x1000

$$G_{к18} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 27 \cdot 25 = 176,34 \text{ кН}$$

$$N_{кол18} = 3 \cdot 176,34 = 529,03 \text{ кН}$$

КМ19 4шт. 300x300

$$G_{к19} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 27 \cdot 25 = 63,48 \text{ кН}$$

$$N_{кол19} = 4 \cdot 63,48 = 253,94 \text{ кН}$$

КМ20 2шт. 250x1200

$$G_{к15} = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot V_k \cdot h_k \gamma_1 = 0,95 \cdot 1,1 \cdot 0,25 \cdot 1,2 \cdot 27 \cdot 25 = 211,61 \text{ кН}$$

$$N_{кол15} = 2 \cdot 211,61 = 423,23 \text{ кН}$$

Общая нагрузка от колонн:

$$N_{кол. общ.} = 5180,46 \text{ кН}$$

Нагрузки от диафрагм жесткости

Периметр диафрагм жесткости $P_{дж} = 103,2 \text{ м. п.}; b = 0,2 \text{ м}; H = 54,6 \text{ м}$

$$N_{дж} = 0,95 \cdot 1,1 \cdot (103,2 \cdot 0,2 \cdot 54,6) \cdot 25 = 29441,41 \text{ кН}$$

Нагрузка на фундаментную плиту

$$\text{Цементно-песчаная сляжка } N_{пол-п} = 0,05 \cdot 677,97 \cdot 17,65 = 598,31 \text{ кН}$$

Общая нагрузка на фундаментную плиту

$$N_{\text{общ}}=148236,6+5180,46+29441,41 +598,31=183456,78\text{кН}$$

$$N_{\text{гр}}=0,3 \cdot (29,4+22,0+29,4+22,0) \cdot 16,15=498,07 \text{ кН}$$

$$\gamma'_{\text{II}}=0,95 \quad \gamma_{\text{II}}=0,95 \times 16,8=16,15\text{кН}$$

Заменяем фундаментную плиту условным фундаментом с размерами $l=29,4$ м и $b=22,0$ м

Среднее давление под подошвой фундамента

$$P=(N_{\text{общ}}+N_{\text{фп}}+N_{\text{гр}}\pm M/W)/A=(183456,78+16897,65+498,07+51112,78/3169,32)/646,8=310,78 \text{ кПа}$$

$$\text{где: } W=b^2/6=22,0 \times 29,4^2/6=3169,32 \text{ м}^2$$

Полами подвала является фундаментная плита

Приведенная глубина заложения фундамента $d=1,0$ м

Расстояние от уровня планировки до пола подвала $d_b=2,45$ при $B<20$ м

$$\gamma'_{\text{II}}=16,15 \quad K_z=z_0/b+0,2=0,65$$

Согласно СП22.13330.2016:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} [M_{\gamma} \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{\gamma II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}^I + (M_q - 1) \cdot d_{b \cdot \gamma} \cdot \gamma_{II}^I + M_c \cdot C_{II}] =$$

$$= \frac{1,25 \cdot 1}{1} [0,39 \cdot 0,65 \cdot 22,0 \cdot 16,8 + 2,57 \cdot 3,95 \cdot 16,5 + (2,57 - 1) \cdot 2,45 \cdot 16,15 + 6,24 \cdot 28] = 498,03 \text{ кПа}$$

Среднее давление под подошвой фундамента:
 $P=311,82\text{кПа} < R=498,03\text{кПа}$

2.8 Расчёт осадки с использованием расчетной схемы линейно-деформируемого слоя

Осадка S рассчитывается по формуле:

$$S = \frac{P \cdot b \cdot K_c}{K_m} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{K_i - K_{i-1}}{E_i}$$

где: P - давление по подошве ($\sum N/A$ суммарная нагрузка делённая на площадь плиты), кПа;

b - ширина подошвы плиты, м;

K_m - коэффициент равный:

1 при $b < 10$ м;

1,35 при $10 \leq b \leq 15$ м;

1,5 при $b > 15$ м

K_c - коэффициент равный:

1,5 при $0 < \zeta \leq 0,5$

1,4 при $0,5 < \zeta \leq 1$

1,3 при $1 < \zeta \leq 2$

1,2 при $2 < \zeta \leq 3$

1,1 при $3 < \zeta \leq 5$

1,0 при $\zeta > 5$

$\zeta = 2H/b$ (H - глубина заложения нижней границы сжимаемого слоя - зависит от грунтовых условий, расчет его представлен ниже)

K_i и K_{i-1} - коэффициенты, определяемые интерполяцией в зависимости от значений η и ξ .

$$\eta = L/b$$

где L - длина подошвы плиты.

$$\xi = 2Z/b$$

где Z - глубины заложения границ рассчитываемых слоёв (у подошвы, у нижней границы сжимаемого слоя, у границ промежуточных ИГЭ в пределах глубины рассчитанного сжимаемого слоя)

Глубина заложения нижней границы сжимаемого слоя рассчитывается по формуле:

$$H = (H_0 + \psi \cdot b) \cdot K_p$$

K_p - коэффициент равный:

0,8 при $P = 100$ кПа;

1,2 при $P = 500$ кПа.

$P = 311,82$ кПа, $K_p = 0,998$

Выбираем под какой из случаев геологических условий попадает наша карточка с ИГЭ. В данном случае у нас грунты ИГЭ1, ИГЭ2- глинистые ;

$$H_0 = 9 \text{ м, а } \psi = 0,15;$$

у нас имеются все данные, чтобы рассчитать глубину заложения нижней границы сжимаемого слоя:

$$H = (H_0 + \psi \cdot b) \cdot K_p = (9 + 0,15 \cdot 22,0) \cdot 0,998 = 12,28 \text{ м}$$

$$\text{Получив величину } H - \text{ рассчитаем величину } \zeta = 2H/b = 2 \cdot 12,28/22,0 = 1,12.$$

После чего можно рассчитать величину K_c т.к. $1 < \zeta = 1,12 < 2$ следовательно коэффициент $K_c = 1,3$.

Рассчитаем значения величин ξ при разных значениях Z

У подошвы $Z_1 = 0$, тогда и $\xi_1 = 0$, тогда по таблице находим и значение коэффициента K_1 , $K_1 = 0$

$$Z_2 = H_0 - d = 9 - 3,95 = 5,05 \text{ м;}$$

$$\xi_2 = 2 \cdot Z_2/b = 0,42$$

$$K_2 = 0,091$$

Так как у нас в пределах H имеется два ИГЭ то $Z_3 = 12,62 \text{ м}$.

Следовательно, $\xi_3 = 1,67$, тогда по таблице находим и значение коэффициента $K_3 = 0,412$.

Теперь у нас есть все данные, чтобы рассчитать осадку

$$S = \frac{311,82 \cdot 22,0 \cdot 1,3}{1,35} \cdot \left(\frac{0,091 - 0,0}{9000} + \frac{0,412 - 0,091}{19000} \right) = 0,178 \text{ м} = 17,8 \text{ см} < S_u = 18 \text{ см}$$

В данном разделе был проведен расчёт несущих элементов и конструктивных узлов, определены напряжённо-деформированное состояние и устойчивость здания, а также меры защиты от аварийных ситуаций.

3. Технология строительства

3.1 Характеристика объекта

Технологическая карта подготовлена для возведения семнадцатипятиэтажного жилого дома со встроенными помещениями общественного и обслуживающего назначения на нижних уровнях. В плане принята прямоугольная схема с размерами в координационных осях 29,4 × 22,0 м, что упрощает трассировку несущих линий и размещение инженерных стояков. Несущая система — рамно-монолитный железобетонный каркас с регулярной сеткой колонн, обеспечивающий равномерную передачу нагрузок на фундаментную плиту и устойчивость ядра жесткости. Колонны-пилоны типового этажа формируются толщиной 250 мм из тяжелого бетона класса В30. Вертикальные диафрагмы предназначены для восприятия горизонтальных воздействий; монолитные стены выполняются толщиной 200 мм с армированием отдельными стержнями класса А500 по рабочим чертежам. Перекрытия сплошные монолитные, толщиной 200 мм, из бетона В30; верхняя и нижняя зоны армируются отдельными стержнями класса А500 с обеспечением защитных слоев и анкеровок по проекту. Принятая схема совместима с поэтажной поточной организацией работ, позволяет вести монолит по укрупнённым захваткам, совмещая арматурные и бетонные операции в укороченных циклах.

3.2 Состав работ, вошедших в технологическую карту

В технологическую карту заложены все базовые процессы, необходимые для возведения каркаса на типовом участке: установка, выверка и разборка опалубки для колонн, диафрагм и плит; монтаж и демонтаж поддерживающих лесов и подмостей; подготовка, подача краном и укладка арматуры колонн, диафрагм и плит с последующей вязкой и фиксацией защитных слоев;

приемка бетонной смеси, её подача к месту укладки и распределение по формам колонн, диафрагм и плит с обязательным уплотнением. Для каждого процесса устанавливаются входные условия, контрольные операции и критерии готовности к следующему этапу, что фиксируется в журнале работ.

3.3 Характеристика условий производства работ

Монтаж конструкций выполняется по рабочим чертежам с соблюдением требований СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» и СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве», часть 1 и 2. Принята сезонность — летне-осенний период при средней суточной температуре наружного воздуха не ниже +10 °С. При кратковременных понижениях температуры применяются регламенты по защите бетонной смеси и технологических швов, а также корректируется длительность выдерживания опалубки. На площадке обеспечивается дренирование, пылеподавление, освещённость рабочих мест, ограждение опасных зон и доступ эвакуационных проходов.

3.4 Организация и технология строительных процессов

Структура работ по этажу выстроена в последовательности «опалубка — арматура — бетон», что даёт устойчивый ритм звеньям и механизации. Передача захваток между специализированными бригадами осуществляется по актам. Логистика материалов организуется с минимальным числом перецепок: арматура и блок-оснастка подаются в зоны монтажа по графику крановых подач, бетонная смесь — по заявкам, увязанным с готовностью опалубки и арматуры. Контроль геометрии и привязки отверстий под инженерные коммуникации производится до начала бетонных операций, с фиксацией результатов в исполнительной схеме.

3.5 Опалубочные работы

Применяется разборно-переставная крупнощитовая система типа «Конструкция», включающая щиты с ламинированной палубой, стягивающие элементы, балки и угловые модули, а также инвентарь для сборки — хомуты, клиновые фиксаторы, распорные винты. Для плит перекрытий используются телескопические стойки с треногами и унивилками, а также деревянные или металлические ригели. Перед бетонированием проверяется несущая способность основания под стойки, горизонтальность опорных поверхностей, плотность стыков палубы, правильность установки замков и анкеров, совпадение закладных и отверстий с проектными координатами. Отклонения осей и отметок не выходят за пределы допусков, предусмотренных СП 70.13330.2012. Снятие опалубки выполняется по распорядительному документу после достижения бетоном требуемой распалубочной прочности; поддерживающие элементы плит сохраняются до набора прочности по графику выдерживания.

3.6 Арматурные работы

Армирование колонн, диафрагм и плит выполняется стержнями класса А500. До начала работ подготавливаются шаблоны под раскладку стержней, очищаются контактные поверхности, закрываются все проёмы настилами, проверяется готовность подмостей и ограждений. Подача арматуры производится автомобильным транспортом в зону действия крана с последующим перемещением пакетами; плоские каркасы доставляются партиями, стержни — в пучках согласно схемам строповки. Требования к транспортированию и хранению соответствуют ГОСТ 7566-94; приёмка сопровождается визуальным осмотром, замерами и, при необходимости,

Продолжение таблицы 11

Параметр	Величина параметра, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
„ 201 „ 300 св. 300 -при толщине защитного слоя свыше 20 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм: до 100 от 101 до 200 „ 201 „ 300 св. 300	+10; -3 +15; -5 +4; -5 +8; -5 +10; -5 +15; -5	
3. Длина нахлестки при армировании конструкций без сварки: отдельными стержнями для арматуры А-I для арматуры А-II для арматуры А-III сварными сетками и каркасами	Не менее 40 40 50 по проек.	То же

3.7 Бетонные работы

Состав, изготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси выполняются в соответствии с ГОСТ 7473-2010. Поставка на объект — автобетоносмесителями с выгрузкой в бункера приёмной зоны. В ходе бетонирования контролируются состояние опалубки, соответствие подвижности смеси паспортным данным, корректность выгрузки и разравнивания, толщина слоёв, режим уплотнения, соблюдение очередности по захваткам; производится отбор проб для изготовления контрольных образцов, а сведения заносятся в общий журнал работ. Контроль подвижности бетонной смеси осуществляется дважды в смену: на производственном узле и на участке укладки. Обязательным условием является стабильность погодных условий и постоянная влажность заполнителей.

До начала бетонирования очищаются палубы опалубки, наносится разделительная эмульсия, устраняются дефекты, проверяется наличие фиксаторов защитного слоя и маячных брусков на ширину диафрагм с креплением к перекрытию, подготавливается и осматривается такелаж и

инструмент. Подача смесью в зону монтажа при устройстве вертикальных конструкций производится поворотными бадьями; плиты перекрытий бетонируются по схеме «кран-бадья». Верх смеси ведут на 50–70 мм ниже верха палубы, чтобы исключить выдавливание и обеспечить качественное разравнивание верхнего слоя.

Диафрагмы бетонируются по участкам; смесь укладывается слоями 30–40 см с обязательным уплотнением глубинными вибраторами. Наконечник погружается в ранее уложенный слой на 5–10 см; шаг перестановки не превышает полутора радиусов действия. В углах и у стенок палубы смесь дополнительно уплотняется штыкованием. Контакт вибратора с арматурой и палубой исключается, извлечение производится медленно, при выключенном двигателе. Допустимые перерывы по схеме бетонирования — не менее 40 минут и не более двух часов с учётом удержания рабочей подвижности. Перекрытия бетонируются целиком или по захваткам; возобновление по рабочему шву допускается после достижения прочности не менее 1,5 МПа, при этом цементная плёнка удаляется механической щёткой с последующим увлажнением. Передвижение по армированному настилу разрешено только по уложенным щитам с опорами.

В начальный период твердения обеспечивается требуемый температурно-влажностный режим, поверхности защищаются от ударных и вибрационных воздействий. Хождение по конструкциям и установка опалубки на них допускаются после достижения прочности не менее 2,5 МПа. Все результаты контроля качества смеси и конструкций фиксируются в журнале производства работ.

3.8 Калькуляция трудовых затрат

Калькуляция трудовых затрат составлена на основании подсчетов объемов работ и сборников ЕНиР (таблица 12).

Таблица 12 - Калькуляция трудовых затрат

Шифр норм по ЕНиР	Наименование работ согласно ЕНиР	Ед. изм.	Vp	Нвр, чел-ч	Затраты труда, чел-ч	Затраты труда, чел-дн	Состав звена
Устройство монолитных колонн-пилонов и монолитных стен							
Е4-1-46	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями колонн	1т	1.48	11.5	17.02	2.13	Арматурщик: 5р.-1, 2р.-1
Е4-1-34 п.Б	Установка опалубки колонн	1 м ²	141.9	0.4	56.76	7.1	Плотник 4р.-1, 2р.-1
Е4-1-46	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями диафрагм жесткости и ядер жесткости	1т	4.44	15	66.6	8.33	Арматурщик: 5р.-1, 2р.-1
Е4-1-37 п.Б	Установка опалубки диафрагм жесткости и ядер жесткости	1 м ²	294.6	0.24	70.704	8.84	Слесарь строительный 4р.-1, 2р.-1
Е4-1-49	Укладка бетонной смеси в колонны, диафрагм жесткости и ядер жесткости	1 м ³	57.45	1.71	98.24	12.28	Бетонщик 4р.-1, 2р.-2
Е4-1-54	Уход за бетоном стен и колонн	100 м ²	4.37	0.14	0.612	0.08	Бетонщик 2р.-1
Е4-1-34	Разборка опалубки колонн, диафрагм жесткости и ядер жесткости	1 м ²	436.5	0.15	65.475	8.18	Плотник 3р.-1, 2р.-1
Устройство монолитной плиты перекрытия							
Е4-1-33	Установка стоек, поддерживающих опалубку	100 м стоек	4.69	7.8	36.582	4.57	плотники: 4р.-1, 3р.-2
Е4-1-34 п.Г	Установка опалубки перекрытия	1 м ²	768.25	0.22	169.015	21.13	Плотники: 4р.-1, 2р.-2

Продолжение таблицы 12

Е4-1-46	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями в перекрытие	1 т	6.313	14	88.382	11.05	Арматурщик: 4р.-2, 2р.-3
Е4-1-49	Укладка бетонной смеси в перекрытие	1 м ³	143.23	0.68	97.396	12.17	Бетонщик 4р-1; 2р-2
Е4-1-54	Уход за бетоном	100 м ²	7.16	0.14	1.002	0.13	Бетонщик 2р-1
Е4-1-34	Разборка опалубки перекрытия	1 м ²	768.25	0.09	69.143	8.64	Плотники: 3р.-1, 2р.- 1

3.9 Численно-квалификационный состав звена

На основе технологической карты и данных таблицы 12 сформирован состав звеньев, обеспечивающий непрерывность потока и выполнение операций без простоев механизации. Для устройства плиты перекрытия предусмотрены арматурщики, бетонщики, формовщики и подсобный персонал с разбивкой по разрядам. Полный перечень представлен в таблице 13.

Таблица 13 - Численно-квалификационный состав звеньев

Основная профессия	Разряд	Кол-во	Работа, выполняемая звеном
Плотник	4	3	Установка и разборка опалубки
	3	2	
	2	5	
Арматурщик	5	2	Установка и вязка арматуры
	4	2	
	2	4	
Бетонщик	4	3	Укладка бетонной смеси
	2	6	
Машинист	6	1	Работа на кране

3.10 График производства работ

Календарный график разработан с опорой на объёмы по таблице 12, принятую методику монтажа каркаса и поточность по захваткам. Установлены ритмы по этажам, продолжительность циклов опалубки, армирования и бетонирования, время выдерживания до распалубки, а также резервы на погодные паузы. График согласован с крановыми подачами и графиком поставки бетонной смеси.

3.11 Материально-технические ресурсы

Потребность в конструкциях и материалах сведена в таблицу 14: арматурная сталь по диаметрам, бетон по классам и объёмам, опалубочные системы, фиксаторы, разделительные составы, расходные крепления. Потребность в машинах, оборудовании и технологической оснастке отражена в таблице 15: башенный кран, бетоноукладочные бадьи, вибраторы глубинные и поверхностные, резчики арматуры, вязальные приспособления, телескопические стойки, подмости, рубанки для палубы, средства малой механизации.

Таблица 14 - Потребность в конструкциях и материалах

Наименование	Единицы изм.	Кол-во
Арматура	т	12,26
Бетон	м ³	200,68
Щиты опалубки	шт	114
Подкосы	шт	96
Балки	шт	676
Фанера водостойкая	шт	236

Таблица 15 - Потребность в машинах, оборудовании и техн. оснастке

Наименование и назначение	Марка	Кол-во	Технические характеристики
Строп 4-х ветвевой	4СК.1-6.3	1	h=3м, Q=6.3т
Строп 2-х ветвевой	2СК.1-6.3	1	h=3м, Q=6.3т
Вибратор глубинный	ИВ-112	3	L=0.4м, D=40-76мм
Бадья поворотная	БП-2	1	V=2м ³ , m=0.5т
Нармокомплект слесарей	-	Компл.	-
Нармокомплект арматурщиков	-	Компл.	-
Нармокомплект бетонщиков	-	Компл.	-
Прожектор переносной	ПЗС-35	7	-
Автобетоносмеситель	ABC-7	1	V=7м ³
Кран башенный	Liebherr 200EC-N10	1	Q=10т, L=60м, H=68,1м

3.12 Подбор оснастки и грузоподъемного крана

Выбор башенного крана Liebherr 200EC-N10 обоснован требованиями раздела проектной документации «Организация строительства». Технические параметры модели обеспечивают бесперебойное снабжение всех рабочих захваток:

вылет стрелы — до 60 м;

грузоподъёмность — до 10 т (2.4 т на полном вылете);

высота подъёма — 184 м (с креплением) / 68.1 м (свободностоящий).

Заявленных характеристик достаточно для подачи всех элементов (опалубка, арматура, бетон) с необходимым запасом. Расположение крана и границы опасных зон определены в проекте производства работ (ППР).

3.13 Требования к качеству и приемке работ

Организация контроля и оценка качества строительного-монтажных операций выполняются в соответствии с СП 70.13330.2012. Установлены

входной, операционный и приемочный контроль по опалубочным, арматурным и бетонным процессам. Порядок освидетельствования скрытых работ определен графиком контрольных мероприятий; на каждую операцию оформляется исполнительная документация. Комплекс показателей контроля приведен в таблице 16.

Таблица 16 - Контроль качества работ

Контролируемый параметр	Предельное отклонение (мм)	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20	Измерительный, не менее 5 измерений на каждые 50-100 м, журнал работ
Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5	Измерительный, каждая колонна и опора, геодезическая исполнительная схема
Длина или пролет элемента	±20	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
Размер поперечного сечения элементов	+6 -3	Измерительный, каждый элемент, журнал работ

3.14 Технико-экономические показатели

Общая нормируемая трудоемкость – 104,6 чел-дней

Общая планируемая трудоемкость – 98 ч/дней

Средний коэффициент переработки – 107%

Выработка на 1 рабочего в смену – 2,05 м³/чел-дн

Продолжительность работ 27 дней.

В данном разделе было проведено исследование технологических процессов строительства, состава работ, трудовых ресурсов, а также разработаны технологические карты и график производства.

4. Организация и планирование строительства

4.1 Характеристика объекта и анализ условий строительства

Разработка проекта организации и производства строительных работ для возведения шестнадцатэтажного жилого здания с несущим каркасом из монолитного железобетона выполнена с учётом нормативных положений, установленных документом СНиП 3.01.01–85 «Организация строительного производства», а также актуализированных положений СП 48.13330–2019. При подготовке проекта учитывались климатические и инженерно-геологические характеристики строительной площадки, обеспечивающие рациональный выбор конструктивных решений и методов производства работ.

Строительство осуществляется в пределах городской территории Тольятти, где площадка под застройку расположена в зоне жилой застройки с устойчивыми инженерными условиями. Район относится к климатической подзоне III-B согласно СП 131.13330–2020 «Строительная климатология». Расчётные параметры климата приняты исходя из среднестатистических данных многолетних наблюдений. Средняя температура наиболее холодной пятидневки достигает $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, минимальная температура наиболее холодных суток — $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее тёплый месяц характеризуется средней температурой $+22,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ветровой режим определяется преобладанием восточного направления воздушных масс, а нормативное ветровое давление, согласно таблице 4 СП 20.13330–2023 «Нагрузки и воздействия», составляет 30 кгс/м^2 , что соответствует $0,3\text{ кПа}$.

Геоморфологическая характеристика участка свидетельствует о спокойном рельефе с плавным уклоном поверхности в сторону юго-востока, перепад высот не превышает 1 м , что упрощает вертикальную планировку и устройство дренажной системы. Почвенно-грунтовые условия классифицируются как стандартные по СП 22.13330–2016 «Основания зданий и сооружений». Согласно результатам инженерно-геологических изысканий,

уровень подземных вод в пределах 16 м не обнаружен, что создаёт благоприятные условия для устройства плитного основания без дополнительной гидроизоляции. Основание здания запроектировано на монолитной фундаментной плите, воспринимающей вертикальные и горизонтальные нагрузки и обеспечивающей равномерное распределение давления по площади подошвы.

Проектом предусмотрено применение каркасно-монолитной конструктивной системы с внутренним железобетонным ядром жёсткости, обеспечивающим пространственную устойчивость сооружения при ветровых и эксплуатационных воздействиях. Каркас здания формируется из вертикальных несущих элементов — колонн и стен-диафрагм — и горизонтальных железобетонных перекрытий. Принятая система позволяет эффективно перераспределять нагрузки между этажами, снижая концентрацию напряжений в отдельных участках. Такое решение обеспечивает стабильность при воздействии неравномерных осадок и минимизирует риск деформаций.

Конструктивное ядро здания выполняет функцию главного несущего звена, воспринимающего горизонтальные усилия от ветрового давления и возможных сейсмических колебаний. Его расположение в центральной части объёма здания способствует равномерному восприятию нагрузок, возникающих от эксплуатационного воздействия на каркас. В проекте предусмотрено устройство монолитных стен толщиной 200 мм из бетона класса В30, что обеспечивает прочностные характеристики, достаточные для восприятия изгибающих и сжимающих усилий.

Планировочная структура здания состоит из шестнадцати уровней: четырнадцать жилых типовых этажей, два нижних этажа с помещениями обслуживания и техническими помещениями. Подземная часть здания включает фундаментную плиту и подвал, где размещаются инженерные сети, оборудование систем водоснабжения и электроснабжения. Объёмно-

планировочная организация направлена на рациональное использование внутреннего пространства, с соблюдением санитарно-гигиенических и противопожарных норм.

Для выполнения строительно-монтажных операций приняты методы, обеспечивающие поэтапность возведения каркасно-монолитной конструкции. Работы проводятся с применением опалубочных систем многократного использования и бетононасосных установок, что ускоряет темпы строительства и повышает качество формируемых поверхностей. Производство работ выполняется по технологической карте, разработанной в соответствии с СП 70.13330–2021 «Несущие и ограждающие конструкции».

Все виды работ запланированы с учётом сезонных колебаний температуры и влажности. При отрицательных температурах применяется прогрев бетона электротермическими способами и добавки противоморозного действия. Бетонная смесь доставляется централизованно с бетонного узла, сертифицированного по ГОСТ 7473–2023 «Смеси бетонные. Технические условия».

Для обеспечения безопасных условий на строительной площадке установлены временные ограждения, сигнальные огни и дорожные знаки в соответствии с СП 48.13330–2019. Размещение строительной техники, кранов, складов арматуры и инертных материалов выполняется в границах временной инфраструктуры, привязанной к генеральному плану стройплощадки. Система подъездных путей рассчитана на движение транспортных средств грузоподъёмностью до 20 т, что обеспечивает своевременную доставку конструкций и материалов.

В проекте предусмотрено выполнение мероприятий по охране труда и технике безопасности при производстве монолитных работ, включая организацию безопасного перемещения работников по этажам, установку страховочных систем, временных настилов и освещения в соответствии с СП 12-136-2002. Электроснабжение строительной площадки обеспечивается

временной подстанцией мощностью 400 кВА, а водоснабжение — временным трубопроводом, подключённым к городским сетям.

Технико-экономические характеристики возводимого объекта представлены в таблице 17.

Таблица 17 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Единица измерения	Количество
Сметная стоимость строительства	тыс. руб.	616 959
Общий строительный объём	м ³	28 051,9
Площадь застройки	м ²	662,4
Общая площадь здания	м ²	9 049

Сметная стоимость строительства рассчитана в соответствии с методикой, изложенной в МДС 81-35.2004 и актуализированной редакцией СП 321.1325800.2021, с учётом коэффициентов, отражающих региональные особенности цен в Самарской области.

Принятые объёмно-планировочные и конструктивные решения позволяют достичь рационального соотношения между эксплуатационными параметрами и себестоимостью строительства. Система монолитного каркаса способствует сокращению сроков возведения и повышению эксплуатационной надёжности здания, что подтверждается расчётами прочности и устойчивости, выполненными в соответствии с требованиями СП 63.13330–2023 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Проект производства работ, разработанный на основе указанных норм и расчётных параметров, обеспечивает технологическую последовательность возведения объекта, безопасность труда и стабильность конструкции при длительной эксплуатации в условиях континентального климата.

4.2 Методы производства работ

Реализация объекта ведётся поэтапно. На подготовительной стадии выполняется освоение площадки: территория расчищается, демонтируются

сооружения, не подлежащие эксплуатации, разворачиваются инвентарные бытовые и складские помещения, формируется геодезическая разбивочная основа с закреплением реперов, привязкой к существующей сети, вынесением осей и красных линий. Параллельно проводится инженерная подготовка — планировка поверхности с организацией стока поверхностных вод, снятие и складирование растительного слоя для последующего озеленения. Создаются внутривозрастные проезды, временные линии электроснабжения, водоснабжения, канализации и теплоснабжения с подключением к действующим сетям.

Для обеспечения транспортного доступа устраивается сквозной проезд шириной 3,5 м по основанию из песчано-гравийной смеси. Под крановые пути укладываются железобетонные плиты на песчаной подушке при уклоне не более 2 %. Освещённость строительной зоны обеспечивается опорами со светильниками и прожекторами на мачтах и башенных кранах по ГОСТ 12.1.046-2014. Площадка ограждается согласно ГОСТ 23407-78; у тротуаров монтируются защитные козырьки. На въездах выставляются ограничительные и предупреждающие знаки, опасные зоны ограждаются и маркируются плакатами безопасности.

Разработка грунта вблизи коммуникаций выполняется под руководством прораба или мастера, а в охранных зонах кабелей и газопроводов — при участии специалистов соответствующих служб. При обнаружении взрывоопасных предметов производство прекращается до разрешения компетентных органов. На участках с риском патогенного загрязнения требуется согласование с органами санитарного надзора. Переходы через траншеи оборудуются настилами-мостиками с ограждением и обязательной подсветкой в тёмное время суток.

К устройству оснований и фундаментов приступают после завершения геодезической разбивки котлованов и траншей, закрепления осей и высотных отметок. Контролю подлежат глубина заложения, геометрия опалубки,

высотные отметки опорных поверхностей, качество гидроизоляции и применяемых материалов. Каждая партия бетонной смеси сопровождается паспортом с указанием марки; приготовление, транспортирование, укладка и уход выполняются по ГОСТ 7473-2010.

Последовательность работ при устройстве монолитных фундаментов включает разбивку осей, сборку опалубки из досок или щитов, установку маяков для контроля уровня, монтаж арматуры и закладных деталей, укладку бетонной смеси с послойным виброуплотнением и обязательную проверку отметок. При работе глубинными вибраторами опирать инструмент на арматуру и закладные детали не допускается; наконечник погружается в ранее уложенный слой на 5–10 см, шаг перестановки принимается не более 1,5 радиуса действия, для поверхностных вибраторов зона уплотнения перекрывается минимум на 100 мм.

Укладка следующего слоя разрешается до начала схватывания предыдущего; предельный интервал устанавливает лаборатория исходя из подвижности смеси и температурных условий. Верх бетона удерживается на 50–70 мм ниже кромки опалубки. На ранней стадии твердения конструкции защищаются от осадков и испарения влаги; далее обеспечивается регламент ухода, обеспечивающий набор прочности. При появлении усадочных трещин допускается повторное вибрирование в течение 0,5–1 ч с момента укладки. До достижения 1,5 МПа поверхность предохраняется от обезвоживания; после этого применяются влагеёмкие покрытия с периодическим увлажнением, выдерживание под водяной плёнкой либо мелкодисперсное распыление. Обычный полив струёй по открытым поверхностям не допускается, чтобы избежать вымывания цементного молочка.

4.3 Выбор метода производства работ

Для производства ключевых общестроительных и монтажных операций, включая сборку поэтажных конструкций, монтаж элементов заводской готовности, электросварочные работы, а также установку ограждений балконов, лоджий и лестничных маршей, требуется использование башенного крана (рисунок 17). Его подбор осуществляется на основе анализа следующих ключевых технических характеристик:

1) грузоподъемность:

$$Q = q_z + q_{zn} + q_g, \text{ где:}$$

q_z – максимальная масса поднимаемой конструкции (5,3т – масса бадьи с бетоном);

q_{zn} – масса грузозахватного приспособления (0,1 т);

q_g – масса дополнительных устройств (0,1 т);

$$Q = 5,3 + 0,1 + 0,1 = 5,5 \text{ т};$$

2) высота подъема крюка:

$$H = h_0 + h_б + h_к + h_с, \text{ где:}$$

h_0 – высота опоры, на которую устанавливается конструкция от уровня стоянки крана;

$h_б$ – запас по высоте, принимаемый по технике безопасности;

$h_к$ – длина по высоте предметного груза;

$h_с$ – расчетная высота строповки;

$$H = 54,0 + 1 + 3 + 2 = 60,0 \text{ м};$$

вылет стрелы:

$$L_c = B + b_1 + b_2, \text{ где:}$$

B – необходимое расстояние вылета стрелы от края здания, м.

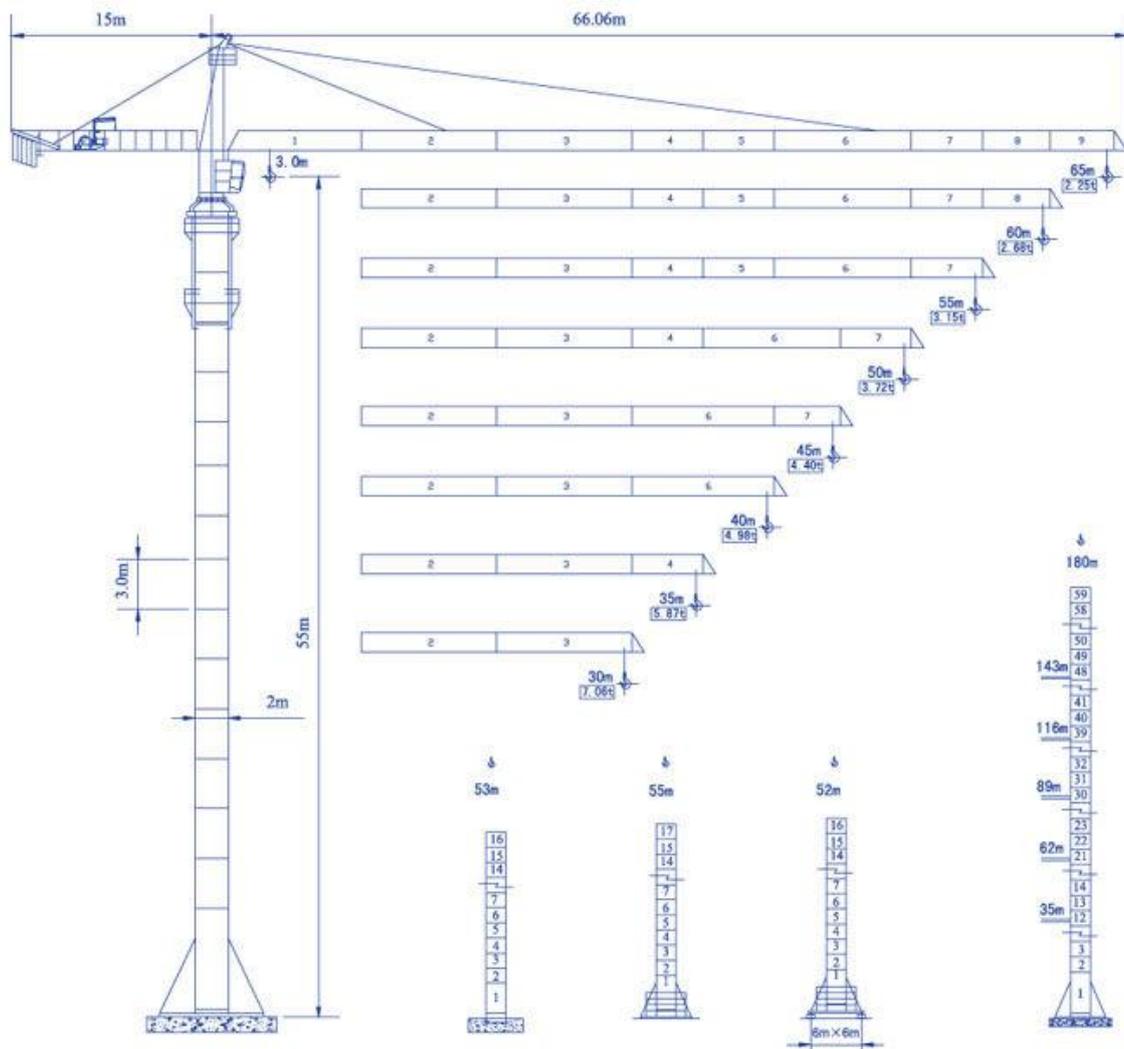
b_1 – расстояние от здания до базы крана, м;

b_2 – половина наибольшего габарита базы крана, м.

$$L_c = 27,6 + 3,175 + 3,3 = 34,075 \text{ м.}$$

Liebherr 200 EC-H 10

QTZ 200



起重特性曲线

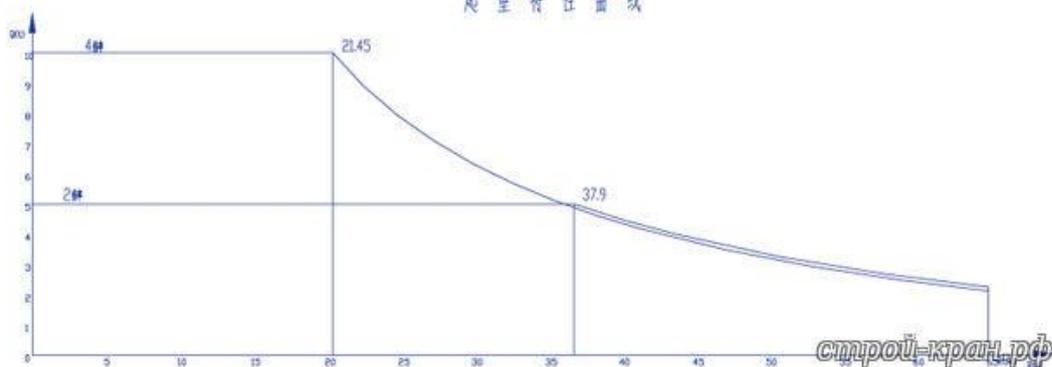


Рисунок 17 - Характеристики крана

Длина стрелы	Запасовка	R(max)m	C(max)t	25	30	35	40	45	50	55	60	65
65	II	37.90	5.00	5.00	5.00	5.00	4.66	3.96	3.41	2.95	2.57	2.25
	IV	21.45	10.00	8.28	6.62	5.43	4.54	3.84	3.29	2.83	2.45	2.13
60	II	38.46	5.00	5.00	5.00	5.00	4.75	4.06	3.50	3.05	2.67	
	IV	21.63	10.00	8.38	6.72	5.53	4.63	3.94	3.38	2.93	2.55	
55	II	39.10	5.00	5.00	5.00	5.00	4.86	4.16	3.61	3.15		
	IV	21.80	10.00	8.48	6.82	5.63	4.74	4.04	3.49	3.03		
50	II	39.80	5.00	5.00	5.00	5.00	4.97	4.27	3.72			
	IV	22.00	10.00	8.60	6.40	5.74	4.85	4.16	3.60			
45	II	40.64	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.40				
	IV	22.29	10.00	8.73	7.06	5.87	4.98	4.28				
40	II	40.64	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00					
	IV	22.29	10.00	8.73	7.06	5.87	4.98					
35	II	40.64	5.00	5.00	5.00	5.00						
	IV	22.29	10.00	8.73	7.06	5.87						
30	II	40.64	5.00	5.00	5.00							
	IV	22.29	10.00	8.73	7.06							

Рисунок 18 – Показатели крана

Таблица 18 - Характеристики крана

	Кран КС-605	QTZ200	Liebherr 200 EC-H10
Грузоподъемность, т	20	10	10
Вылет крюка наибольший, м	35	65	60
Высота подъема при наибольшем вылете крюка, м	57,6	70	68,1
Радиус поворотной части крана, м	1,65	15	12
Ширина базы крана, м	7,5	6	6
Коэффициент грузоподъемности	20/5,5=3,63	10/5,5=1,82	10/5,5=1,82

Принимаем башенный кран Liebherr 200 EC-H10 (таблица 18, рисунок 18).

4.4 Определение численности персонала строительства

Основой для определения численности работников на строительной площадке является максимальное количество рабочих основного производства, занятых в одну смену. Оно определяется по формуле:

$$N_{\text{общ}} = \frac{C_{\text{общ}}}{V_{\text{год}} \cdot T_{\text{нор}}}, \text{ где:}$$

$V_{\text{год}}$ - годовая выработка на одного работающего;

$T_{\text{нор}}$ - нормативный срок строительства;

$C_{\text{общ}}$ - сметная стоимость

$$N_{\text{общ}} = \frac{506744}{4000 * 2} = 64 \text{ чел.}$$

Количество инженерно-технических работников (ИТР) в одну смену принимается в размере 8%, младшего обслуживающего персонала (МОП) – 2%, служащих – 5%, рабочие – 85% от общей численности рабочих.

$$N_{\text{итр}}=0,08 \cdot N_{\text{общ}} = 0,08 \cdot 64 = 5,12 \approx 5 \text{ чел}$$

$$N_{\text{моп}}=0,02 \cdot N_{\text{общ}} = 0,02 \cdot 64 = 1,28 \approx 2 \text{ чел}$$

$$N_{\text{служ}}=0,05 \cdot N_{\text{общ}} = 0,05 \cdot 64 = 3,2 \approx 3 \text{ чел}$$

$$N_{\text{раб}}=0,85 \cdot N_{\text{общ}} = 0,85 \cdot 64 = 54,4 \approx 54 \text{ чел}$$

Численность женщин принимается равной примерно 20% от общего числа работающих. Принимаем 13 человек.

4.5 Организация строительной площадки расчет ресурсов

Состав и площадь объектов временного назначения определяются на стадии пиковой производственной нагрузки на строительной площадке, исходя из расчетной численности персонала в наиболее многочисленной смене.

Для объектов с количеством работников в максимальной смене до 80 человек предусматривается следующий минимальный набор санитарно-бытовых помещений:

гардеробные, совмещенные с умывальными;

душевые;

помещения для сушки и обеспыливания спецодежды;

комнаты для обогрева, отдыха и приема пищи;

кабинет прораба;

санитарные узлы.

При увеличении численности работающих до 150 человек в помещениях прорабского персонала в обязательном порядке размещаются медицинские аптечки.

Таблица 19 - Расчет потребности во временных зданиях и сооружениях.

Наименование зданий и сооружений	Расчетная численность персонала		Норматив на одного человека		Расчетная потребность в м ²	Принято	
	Всего	%польз	Ед.изм	Колич		Тип сооруж.	Площадь м ²
2	3	4	5	6	7	8	9
Контора прораба	8	100	м ²	3-5	40	Сборно-разборные контейнерного типа	40
Помещения для приема пищи	27	30		1	27		27
Помещения для обогрева рабочих	89	100		0,1	9		9
Помещения для сушки и обеспыливания одежды	55	50		0,2	9		9
Гардероб с умывальником	63	70		0,9	56,7		57
Душевые	27	30		0,82	22,14		23
Навес для отдыха место для курения	27	30		0,2	5,4		9
Туалет	89	100		0,07	6,23		9
Кладовая	-	-		-	10-15		15
Помещения для бытовых нужд	14	100		0,43	6		-
Итого						S _{общ} = 207 м ²	

4.6 Расчет потребности в воде

Система временного водоснабжения обеспечивает хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды строительства. Общий требуемый расход воды (л/с) рассчитывается по формуле:

$$Q = P_{\text{пож}} + 0,5(P_{\text{б}} + P_{\text{пр}}),$$

где $P_{\text{б}}$, $P_{\text{пр}}$, $P_{\text{пож}}$ - расходы воды соответственно на бытовые, производственные нужды и на пожаротушение, л/с.

Расход воды на бытовые нужды складывается из:

$P_{\text{б}}$ - расхода воды на умывание, принятие пищи и другие бытовые

нужды;

$P^2_{\text{б}}$ -расход воды на принятие душа. Расход воды на бытовые нужды определяется по формулам:

$$P^1_{\text{б}} = \frac{N \cdot b \cdot K_1}{8 \cdot 3600}, P^2_{\text{б}} = \frac{N \cdot \alpha \cdot K_2}{t \cdot 3600}$$

где N - расчетная численность работников в наиболее многочисленную смену;

b - норма водопотребления на одного человека в смену (10-15 л без канализации, 20-25 л с канализацией);

α норма водопотребления на одного человека, пользующегося душем (30-40 л без канализации, 80 л с канализацией);

K_1 - коэффициент неравномерности потребления воды (принимают в размере от 1.2 - 1.3);

K_2 - коэффициент, учитывающий число моющихся - от наибольшего числа работающих в смену (принимают в размере от 0.3 - 0.4);

8 - число часов работы в смену;

t - время работы душевой установки в часах (принимают 0.75 ч).

$$P^1_{\text{б}} = \frac{64 \cdot 25 \cdot 1,3}{8 \cdot 3600} = 0,07 \frac{\text{л}}{\text{с}}; P^2_{\text{б}} = \frac{64 \cdot 80 \cdot 0,4}{0,75 \cdot 3600} = 0,76 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

Производственное водопотребление принято: $R_{\text{пр}} = 10$ л/с

Расход воды на пожаротушение, определенный в зависимости от площади застройки, составляет 10 л/с.

Потребный расход воды: $Q = 10 + 0,5(0,07 + 0,76 + 10) = 15,42$ л/с,

На основании проведенных расчетов определяется диаметр трубопровода по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q \cdot 1000}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 15,42 \cdot 1000}{3,14 \cdot 2}} = 99,10 \text{ мм.}$$

где Q - суммарный расход воды на бытовые, производственные и противопожарные нужды, л/с;

v - скорость движения воды по трубопроводу, м/с (принимаем $v = 2$ м/с).

Полученное значение 99,10 мм округляется до стандартного диаметра

100 мм.

4.7 Расчет потребности в тепле

Учитывая, что строительные работы ведутся в летний период, потребность в тепловой энергии на отопление возводимого здания и временных сооружений отсутствует.

В общем случае теплоснабжение строительной площадки может обеспечивать:

отопление строящегося объекта в период возведения;

обогрев временных зданий и сооружений;

технологические нужды производства работ.

Расчет тепловой нагрузки (в кДж/ч) для системы отопления возводимого здания и обогрева временных сооружений выполняется по следующим формулам:

$$Q_1 = q \cdot V_1 \cdot (t_b - t_n) \cdot a \cdot K_1 \cdot K_2; \quad Q_2 = q \cdot V_2 \cdot (t_b - t_n) \cdot a \cdot K_1 \cdot K_2;$$

где q - удельная тепловая характеристика зданий, кДж/ м³ч. град; для общественных зданий q принимают равным 2,14; для временных зданий - 3,36; для временных общественных и административных зданий - 2,73;

V_1 - объем отапливаемой части строящегося здания по наружному обмеру, м³; V_2 - объем временных зданий по наружному обмеру, м³;

t_b - расчетная внутренняя температура, град.;

t_n - расчетная наружная температура, град.;

a - коэф., учитывающий влияние расчетной наружной температуры на q (1,1);

K_1 - коэф., учитывающий потери тепла в сети, принимаемый равным 1,15;

K_2 - коэффициент, предусматривающий добавку на неучтенные расходы тепла, принимаемые равным 1,10.

$$Q_1 = 2,14 \cdot 28051,9 \cdot (19 + 23) \cdot 1,35 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 4305758,224 \text{ кДж/ч}$$

$$Q_2 = 3,36 \cdot (207 \cdot 2,8) \cdot (19 + 23) \cdot 1,35 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 139682,255 \text{ кДж/ч.}$$

Расход тепловой энергии на технологические операции определяется индивидуально для каждого проекта на основании расчетов. Исходными данными служат объемы предстоящих работ, установленные сроки их выполнения, принятые технологические режимы и другие специфические факторы.

Источники теплоснабжения

Основными источниками временного теплоснабжения выступают:

Подключение к существующим тепловым сетям от котельных или ТЭЦ

Использование автономных теплогенераторов (воздухонагреватели, калориферы) при недостаточной мощности стационарных систем

Расчет котельного оборудования

Общая поверхность нагрева котла во временных котельных определяется по формуле:

$$F = \frac{1,2 \cdot Q_{\text{общ}}}{d}; \text{ м}^2$$

1,2 – коэффициент запаса;

d – тепло производительность котла (1000), кДж/м²·ч.

$$F = \frac{1,2 \cdot 4305758,224}{1000} = 5166,91 \text{ м}^2$$

4.8 Стройгенплан

На подготовительной стадии организация строительных работ выстраивается так, чтобы максимально использовать существующие автомобильные подъезды и действующие сети водоснабжения и электроснабжения. В строительном генеральном плане отражены основные монтажные механизмы и оборудование, применяемые при возведении жилого дома. Для обеспечения безопасного перемещения автотранспорта по площадке создаются временные дороги, устанавливаются ограничительные и указательные знаки; проезды формируются из щебня шириной 3,5 м с

радиусом закруглений 12 м. Схема движения организована по кольцевому принципу, увязанному с участками постоянных дорог. Все временные здания, сооружения и коммуникации размещаются за пределами пятна застройки.

Временная система теплоснабжения организуется с учётом технологических процессов, отопления и сушки возводимых конструкций, а также подачи горячей воды в бытовые помещения. Параметры теплоносителей — пар, горячая вода, горячий воздух — задаются исходя из потребностей производства и хозяйственно-бытовых нужд. К производственным задачам относятся прогрев бетонных конструкций, подогрев заполнителей и воды в зимний период, отогрев мерзлых грунтов, поддержание температуры в строящихся зданиях и тепляках. К бытовым — отопление административных и культурно-бытовых помещений, а также подача горячей воды в душевых. Проектирование временной тепловой сети начинается с расчёта теплотребления по каждому потребителю и по площадке в целом, после чего выбирается источник тепла и формируется схема наружных и внутренних сетей.

Особые организационно-технические требования касаются готовности подъездных путей и дорог до начала строительства, чтобы обеспечить доступ техники ко всем возводимым объектам. Территория ограждается деревянным забором; по периметру зон производства устанавливаются контуры опасных зон, исключаяющие нахождение посторонних лиц. Проезды, проходы, площадки погрузочно-разгрузочных операций и рабочие места регулярно очищаются от строительного мусора и не загромождаются. Все металлические части машин и механизмов с электроприводом — корпуса электродвигателей, трансформаторы, пусковые аппараты, рубильники и иное оборудование — заземляются. Генподрядчик организует пожарные посты, комплектует их необходимыми средствами, определяет территории с повышенной пожарной опасностью и регламентирует работы в этих зонах.

При электросварочных и газопламенных операциях соблюдаются требования ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования» и ТКП 45-1.03-44-2006 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство». Места проведения сварочных работ освобождаются от горючих материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных веществ и установок (газовые баллоны, газогенераторы) — не менее 10 м. Работники, выполняющие операции на высоте, применяют проверенные предохранительные пояса и защитные каски.

При эксплуатации электрифицированных механизмов запрещается работа без надёжного заземления по «Правилам устройства электроустановок», без ограждений вращающихся частей, а также самостоятельная разборка и ремонт электропроводки, штепсельных разъёмов, пускателей. Для переноски и хранения инструмента и мелких деталей рабочие, занятые на высоте, обеспечиваются индивидуальными сумками и ящиками. На нижнем этаже в зонах, где ведутся работы на верхних уровнях, а также в зоне перемещения пакетов элементов, пребывание людей исключается — такие зоны ограждаются и снабжаются предупредительными надписями. Земляные работы на участках с действующими сетями выполняются под наблюдением производителя работ и представителя эксплуатирующей организации.

5. Экономика строительства

5.1 Определение сметной стоимости строительства

Расчёт принят по ресурсно-индексной схеме на базе ГЭСН-2025 с применением текущих цен ФЕР-2025/ТЕР-2025 и индексов пересчёта к уровню цен 2025 г. Для укрупнения — НЦС-2025 по соответствующему виду объекта (многоэтажный жилой дом), далее детализация по ГЭСН-2025: земляные, бетонные, арматурные, монолитные работы, ограждающие конструкции, отделка, инженерные сети, благоустройство. Структура ССР — по разделам 1–12. Факторы: класс бетона каркаса, доля монолита, площадь/объём, уровень инженерного насыщения, подземная автостоянка. Исходные ТЭП берутся из 1-й и 4-й глав ВКР; площадь — 9049 м², строительный объём — 28 051,9 м³; автостоянка — 80 м/м.

Формула укрупнённой оценки (для сводного контроля):

$$S_{\text{укр}} = (P_{\text{общ}} \times U!PS_{\text{м}^2} \times K_{\text{рег}} \times K_{\text{инд}}) + S_{\text{паркинг}} + S_{\text{благоустр}}$$

где ($P_{\text{общ}} = 9049, \text{м}^2$); ($U!PS_{\text{м}^2}$) — укрупнённый показатель цены 1 м² жилого дома по НЦС-2025; ($K_{\text{рег}}$) — поправка региона; ($K_{\text{инд}}$) — индекс к уровню цен 2025 г.; ($S_{\text{паркинг}}$) — стоимость подземной автостоянки по НЦС/ГЭСН-2025; ($S_{\text{благоустр}}$) — раздел 7.

Принято для расчёта контрольного уровня (как в примере, но для жилья): ($U!PS_{\text{м}^2} = 62,000$)руб/м², ($K_{\text{рег}} = 1,05$), ($K_{\text{инд}} = 1,00$); ($S_{\text{паркинг}} = 120,000$)тыс. руб; ($S_{\text{благоустр}} = 27,368,4$)тыс. руб.

$$\begin{aligned} S_{\text{укр}} &= 9049 \times 62,000 \times 1,05 + 120,000 + 27,368,4 \\ &= 736,458,0 \text{ тыс. руб. (без НДС).} \end{aligned}$$

Таблица 20 - Сводный сметный расчёт стоимости строительства (ценовой уровень 2025 г.)

Наименование расчёта	Глава ССР	Стоимость, тыс. руб.
Подготовка территории строительства	1	11 047,0
Основные объекты строительства: жилой дом 16 эт. (монолит, облицовка, ограждения)	2	589 783,2
Внутриплощадочные сети и коммуникации	3	22 094,0
Наружные сети водопровода и канализации	4	14 729,2
Наружные сети теплоснабжения	5	11 047,0
Наружные сети электроснабжения и связи	6	11 047,0
Благоустройство и озеленение территории	7	27 368,4
Временные здания и сооружения	8	14 729,2
Прочие работы и затраты	9	14 729,2
Пусконаладочные работы (по инженерным системам)	10	7 364,6
Содержание службы заказчика-застройщика	11	11 047,0
Подготовка эксплуатационного персонала	12	1 472,9
Итого по ССР (без НДС)		736 458,0
НДС 20 %		147 291,6
Всего по ССР (с НДС)		883 749,6

Таблица 21 - Объектный сметный расчёт № ОС-02-01 «Жилой дом 16 эт., монолит»

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена за ед., тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.
НЦС-2025 «Жилые дома многоэтажные» (укрупнённый показатель на 1 м ²)	м ²	9 049	62,0	560 ,?
Поправка за подземный уровень/паркинг (коэф. к НЦС)	коэф.	1		+120 000,0
Каркас монолитный ж/б (по ГЭСН-2025, ресурсно-индексный метод)	компл.	1		учтено в сумме
Ограждающие конструкции и утепление фасадов	компл.	1		учтено в сумме
Перегородки, стяжки, штукатурки	компл.	1		учтено в сумме
Кровля рулонная по ж/б	компл.	1		учтено в сумме
Остекление, двери, витраж	компл.	1		учтено в сумме
Внутренние сети (ОВ, ВК, ЭО, СС)	компл.	1		учтено в сумме
Лифтовое оборудование (2 шт.)	компл.	1		учтено в сумме
Итого по ОС-02-01 (без НДС)				589 783,2

Пояснение к строке «НЦС-2025...»: расчётная часть:

$$S_{\text{НЦС,кор}} = P_{\text{общ}} \times U! PS_{\text{м}^2} \times K_{\text{рег}} \times K_{\text{инд}} = 9049 \times 62,000 \times 1,05 \\ = 589,089,9 \text{ тыс. руб.руб. } \}$$

Таблица 22 - Объектный сметный расчёт № ОС-07-01 «Благоустройство и озеленение»

Наименование работ	Ед. изм.	Объём	Цена за ед., тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.
Дорожки, покрытия тротуаров 2,6–6,0 м (ГЭСН-2025 на 100 м ²)	100 м ²	39	251,6	9 812,4
Газоны/озеленение двора жилого дома (ГЭСН-2025 на 100 м ²)	100 м ²	400	43,89	17 556,0
Малые архитектурные формы (скамьи, урны, велопарковки)	компл.	1	—	учтено в позициях
Детские и спортивные площадки (оборудование и покрытие)	компл.	1	—	учтено в позициях
Итого по ОС-07-01 (без НДС)				27 368,4

Контроль по удельной стоимости:

$$S_{уд} = \frac{S_{\text{итого по ССР, без НДС}}}{P_{\text{общ}}} = \frac{736,458,0}{9049} = 81,4 \text{ тыс. руб./м}^2 \cdot ^2.$$

С учётом округления и распределения по позициям объектной сметы — (589,783,2) тыс. руб. (в синхронизации со сводным расчётом) (таблица 22).

5.2 Расчёт стоимости проектных работ

Расчёт выполняется на основе НЦС по проектированию 2025 г. (раздел «Жилищное строительство», стадии «П»+«РД») с поправками за подземный уровень, ветровой/снеговой район, этажность, инженерную насыщенность, BIM-модель (при наличии), авторский надзор (таблица 23).

Базовая формула:

$$S_{\text{ПР}} = (K_{\text{баз}} \times P_{\text{общ}}) \times K_{\text{слож}} \times K_{\text{рег}} \times K_{\text{инд}} + S_{\text{АН}}$$

Принято: ($K_{\text{баз}} = 6000$)руб

$$\begin{aligned} & /\text{м}^2(\text{П}2500 + \text{РД}3500), (P_{\text{общ}} = 9049 \text{ м}^2), (K_{\text{слож}} = 1,15), (K_{\text{рег}} \\ & = 1,05), (K_{\text{инд}} = 1,00); \text{ авторский надзор}(S_{\text{АН}} \\ & = 2\%) \text{ от СМР (без НДС)}. \end{aligned}$$

Расчёт:

$$S_{\text{ПР, без АН}} = 9049 \times 6000 \times 1,15 \times 1,05 = 65,560,0 \text{ тыс. руб.}$$

$$S_{\text{АН}} = 0,02 \times 736,458,0 = 14,729,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$S_{\text{ПИР, всего (без НДС)}} = 65,560,0 + 14,729,2 = 80,289,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{НДС}20\% = 16,057,8 \text{ тыс. руб.}, \quad S_{\text{ПИР, с НДС}} = 96,347,0 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 23 - Стоимость проектных и изыскательских работ (2025 г.)

Вид работ	База расчёта	Коэф-ты	Стоимость, тыс. руб.
Проектная документация (стадия «П»)	$(2500 \times P_{\text{общ}})$	$(K_{\text{слож}} \times K_{\text{рег}} \times K_{\text{инд}})$	28 370,0
Рабочая документация (стадия «РД»)	$(3500 \times P_{\text{общ}})$	$(K_{\text{слож}} \times K_{\text{рег}} \times K_{\text{инд}})$	37 190,0
Авторский надзор	(2%) от СМР	$(K_{\text{инд}})$	14 729,2
Инженерные изыскания	по НЦС-2025	$(K_{\text{рег}} \times K_{\text{инд}})$	учтено
Итого ПИР (без НДС)			80 289,2
НДС 20 %			16 057,8
Всего ПИР (с НДС)			96 347,0

5.3 Заключение по разделу экономика строительства

Сметная стоимость определена ресурсно-индексным методом по ГЭСН-2025 и ФЕР-2025/ТЕР-2025 с учётом индексов 2025 г.; структура — по ССР с разделами 1–12; для контроля использован укрупнённый показатель НЦС-2025 на 1 м². Удельный показатель ($S_{\text{уд}}$) сопоставляется с диапазоном НЦС для жилья и данными сопоставимых объектов. Финальная величина по ССР (с НДС) — 883 749,6 тыс. руб.; ПИР (с НДС) — 96 347,0 тыс. руб. Макет повторяет предоставленный образец, но адаптирован под жилой дом и подземную автостоянку, с применением норм 2025 г.

Таким образом, в разделе мы рассчитали технико-экономические показатели объекта, рассмотрели экономику строительства, выявили структуру затрат.

6. Безопасность и экологичность объекта

6.1 Безопасность труда

Организация строительного процесса предусматривает систему мер, направленных на создание условий, снижающих риск возникновения несчастных случаев и заболеваний у персонала. Все работы выполняются в соответствии с нормами охраны труда, строительными регламентами и инструкциями по безопасности.

На территории строительной площадки устанавливается ограждение, предупреждающие знаки и сигнальные указатели, обозначающие зоны повышенной опасности. Места прохода и проезда содержатся в исправном состоянии и регулярно очищаются от мусора. Для обеспечения безопасного передвижения через траншеи и котлованы устраиваются переходные мостики с перилами, соответствующими нормативным требованиям.

Рабочие обязаны использовать индивидуальные средства защиты: каски, предохранительные пояса при работах на высоте, защитные перчатки, спецодежду и обувь. Электрифицированные механизмы и оборудование эксплуатируются только при наличии заземления и исправных защитных устройств. В зоне действия башенного крана нахождение посторонних лиц запрещено, а перемещение грузов осуществляется под контролем ответственного лица.

Все сотрудники проходят инструктаж по технике безопасности перед началом производства работ [35]-[43]. Допуск к выполнению специализированных операций (электросварка, газопламенные работы, монтаж на высоте) предоставляется только при наличии удостоверений и прохождения медицинского осмотра. Работы ведутся в строгом соответствии с утверждёнными технологическими картами и графиками, что исключает неоправданные перерывы и хаотичность в организации процесса.

Систематический контроль за состоянием строительных лесов, подмостей, подъемных механизмов и опалубки позволяет поддерживать их работоспособность и предотвращать аварийные ситуации. Временные электроустановки оборудуются устройствами защитного отключения, а места сварочных работ освобождаются от легковоспламеняющихся материалов.

6.2 Схема планировочной организации земельного участка

Проект планировочной организации земельного участка разработан для возведения шестнадцатиэтажного жилого здания, выполненного по рамно-монолитной системе. Общая площадь участка, выделенного под застройку, составляет 0,08035 га. Конфигурация территории определена с учётом рационального размещения строительных объектов, проездов, зон временного хранения материалов и мест размещения техники.

Для обеспечения безопасности и упорядоченности строительного процесса территория ограждается сплошным забором высотой 2 м, выполненным из металлических секций на устойчивых опорах. Конструкция ограждения не имеет проёмов, за исключением специально оборудованных ворот для въезда и выезда транспорта, а также калиток для прохода персонала. Все входные и выездные устройства контролируются в течение рабочего дня и закрываются по завершении смены. Места въезда оборудованы сторожевыми постами и запирающими устройствами, что предотвращает несанкционированное проникновение на строительную площадку.

Схема движения транспортных средств организована по сквозному принципу, что позволяет исключить встречные потоки и заторы. На территории предусмотрены отдельные маршруты для автомобильного движения и пешеходного перемещения. Основные проезды имеют достаточную ширину для беспрепятственного проезда строительной техники, автосамосвалов, кранов и автобетоносмесителей. Покрытие временных дорог

выполнено из щебня, уплотнённого по слоям, что обеспечивает устойчивость при перемещении тяжёлых машин и снижает пылеобразование.

Пешеходные зоны проложены таким образом, чтобы обеспечивать безопасный доступ к бытовым помещениям, складам и рабочим постам. Вдоль основных путей устанавливаются предупреждающие таблички и указатели, выполненные по ГОСТ 12.4.026–2021. В тёмное время суток они подсвечиваются светодиодными фонарями, что гарантирует видимость маршрутов и повышение уровня безопасности.

Для обеспечения безопасного передвижения рабочих через траншеи и котлованы предусмотрено устройство временных переходных мостиков. Конструкции выполняются из прочных деревянных щитов, усиленных металлическими уголками, и снабжаются перилами высотой не менее 1,1 м в соответствии с требованиями СП 48.13330–2019. Перила устанавливаются с двух сторон настила, а настилы выполняются из досок толщиной не менее 50 мм с нескользящей поверхностью.

Электрические кабели, проходящие по территории стройплощадки, размещаются с учётом требований электробезопасности. В местах пересечения с пешеходными или автомобильными дорогами они прокладываются под землёй в защитных гофрированных трубах либо перекрываются мостиками из деревянных настилов. Такое решение предотвращает повреждения кабелей и исключает возможность поражения током при случайном контакте.

Движение внутри строительной площадки организуется по заранее определённым маршрутам. Все пути поддерживаются в исправном состоянии, очищаются от строительных отходов и выравниваются по мере необходимости. Основание временных дорог укрепляется послойной засыпкой щебня фракции 20–40 мм, а в местах интенсивного движения дополнительно укладываются металлические плиты для защиты от просадки грунта.

В пределах территории размещаются участки временного хранения инертных материалов, арматуры, опалубки и мелкогабаритного оборудования. Каждая зона складирования располагается на выровненной и уплотнённой площадке, оборудованной бордюрным ограничителем. Складирование производится с учётом технологической последовательности строительства — материалы, используемые в первую очередь, располагаются ближе к зоне монтажа. Между складскими площадками и зонами движения транспорта предусмотрены технологические разрывы не менее 1,5 м.

В местах, где выполняются работы повышенной опасности — например, вблизи кранов, котлованов или линий электропередачи, — устанавливаются предупредительные щиты, ограждения и сигнальные знаки в соответствии с ГОСТ 12.4.026–2021. Зоны ограниченного доступа обозначаются сигнальными лентами, а в тёмное время суток — мигающими световыми указателями.

Вдоль периметра строительной площадки располагаются противопожарные щиты, укомплектованные огнетушителями, лопатами, ведрами, ящиками с песком и баграми. Все средства пожаротушения размещаются в соответствии с требованиями СП 4.13130–2021. На площадке предусмотрено наличие пожарных гидрантов с радиусом действия не менее 50 м, что позволяет оперативно реагировать на возможные возгорания.

Транспортные и пешеходные пути, а также зоны складирования оборудуются водоотводными канавами для предотвращения скопления дождевых и талых вод. Ливневые потоки направляются по уклону к дренажным лоткам, откуда вода отводится в систему временной ливневой канализации. Поверхности дорог и площадок имеют уклон 0,5–1,0 % в сторону водоотводов, что предотвращает размыв и деформацию грунта.

Для обеспечения нормальных санитарных условий на территории организуются временные бытовые помещения — раздевалки, душевые и помещения для приёма пищи. Они размещаются в стороне от строительных зон и подключаются к временным сетям водоснабжения и электроснабжения.

Вблизи санитарных зон устанавливаются контейнеры для сбора бытовых отходов, которые регулярно вывозятся на полигон.

Планировочная структура строительной площадки сформирована таким образом, чтобы обеспечить функциональное разделение зон по видам выполняемых работ и безопасное перемещение работников и техники. Организация территории способствует эффективной логистике материалов, снижению простоев техники и созданию безопасных условий для выполнения всех строительных операций.

6.3 Архитектурные решения

Размещение зданий и сооружений капитального и временного назначения предусматривает необходимую инсоляцию помещений. Условия формирования оптимального светового режима были заложены на этапе выбора архитектурно-планировочных решений. Для уменьшения вибраций оборудование устанавливается на фундаменты с амортизирующими прокладками, причём для тяжёлых агрегатов – на отдельные основания, изолированные от несущих конструкций.

Главный источник шума на территории – транспорт. Для снижения акустического воздействия применяются меры по усилению звукоизоляции ограждающих конструкций: герметизация оконных блоков, использование тройного остекления, крепление стекол в отдельных переплётах, уменьшение площади остекления. Планировка предусматривает расположение окон кухонных помещений на улицах с повышенным уровнем шума.

6.4 Конструктивные и объёмно-планировочные решения

Все помещения с постоянным пребыванием людей получают боковое естественное освещение и имеют возможность организованного

проветривания. Такое решение учитывает климат региона с жарким летним периодом и даёт устойчивый воздухообмен без перегрева внутренней среды. Для безопасной эвакуации дверные полотна ориентируются на открывание наружу, по ходу движения к улице. Длина пути из наиболее удалённой точки помещения до ближайшего эвакуационного выхода ограничена 25 м, что соответствует принятой расчётной схеме рассредоточения потоков. Лестничные марши задаются шириной 1,2 м, что обеспечивает одновременное движение людей и доступ личного состава аварийно-спасательных служб. Помещения оснащаются автоматической системой пожарной сигнализации; применяются извещатели повышения температуры, позволяющие фиксировать развитие очага возгорания на ранней стадии.

Поверхности полов формируются с уклоном в сторону приёмных устройств, что обеспечивает отвод атмосферной влаги и воды, задействованной при пожаротушении, в линейные лотки и водоотводные трубы без переувлажнения ограждающих конструкций. Для контроля воздушной среды устанавливаются сигнализаторы оксида углерода по требованиям СП 113.13330.2016; при превышении допустимых концентраций подаётся световой и звуковой сигнал, что обеспечивает своевременное информирование персонала и жителей.

6.5 Система электроснабжения

Питание объекта обеспечивается от существующей трансформаторной подстанции двумя кабельными линиями — основная и резервная. Такая конфигурация даёт отказоустойчивость при повреждении одного из вводов и позволяет выполнять ремонт без полной остановки потребителей. Наружное освещение предусматривается в четырёх режимах по ГОСТ 12.1.046-2014: рабочее для зон текущего производства, аварийное для поддержания минимально необходимой видимости при отключении основной сети,

эвакуационное для безопасного выхода людей и охранное для периметра. Нормируемые уровни освещённости: не менее 2 лк в зоне работ, 10 лк на складских площадках, 2 лк на внутривозовских проездах (СП 52.13330.2016).

Внутреннее освещение проектируется по ГОСТ 12.1.046-85 с учётом зрительных задач и фона. Предусматривается заземление всех доступных нетоковедущих частей электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением при пробое изоляции. Работы в тёмное время суток выполняются только при наличии равномерного светораспределения без ослепляющего эффекта; размещение светильников исключает резкие тени на рабочих поверхностях и путях эвакуации. Вводно-распределительные устройства, аппараты защиты и автоматики выбираются по расчётным токам, с учётом токов КЗ и селективности отключения, а кабельные линии прокладываются способами, исключающими механические повреждения и случайный контакт с горючими материалами.

6.6 Система водоснабжения

Категория водоснабжения — хозяйственно-питьевая. Источник — внутриквартальный кольцевой водопровод, обеспечивающий подачу с двух направлений и стабильное давление в сети. Трубопроводы принимаются из оцинкованных стальных водогазопроводных труб диаметром 15–100 мм по ГОСТ 3262-75; применяются резьбовые и фланцевые соединения с герметизирующими материалами, устойчивыми к питьевой воде. Магистральная линия прокладывается по нижнему уровню здания для сокращения протяжённости стояков; сталь окрашивается синей краской в два слоя для идентификации назначения и защиты от коррозии, теплоизоляция выполняется цилиндрами «Rockwool» в соответствии с расчётной толщиной на предотвращение конденсации и сниженные теплопотери.

Ввод снабжается рамкой и узлами учёта расхода воды, которые размещаются в помещении теплового пункта для удобства обслуживания, пломбирования и периодической поверки. Баланс потребления учитывает расходы на хозяйственные и бытовые нужды, а также предусматривает возможность применения очищенных сточных вод для технологических операций, где это допускается нормативами и картой технологического процесса. По периметру здания предусматривается хозяйственно-питьевой пожарный водопровод, обеспечивающий подключение пожарных рукавов и гидрантов. Расход на наружное пожаротушение принят 15 л/с, на хозяйственно-питьевые нужды — 1,24 л/с; такие значения обеспечивают одновременную работу внутренних потребителей и пожарных линий при сохранении требуемого давления в наиболее удалённых точках сети.

6.7 Проект организации строительства

Территория стройплощадки огораживается временным деревянным забором с козырьком высотой 2 м, соответствующим ГОСТ 23407-78. По периметру устанавливается охранное освещение с использованием прожекторов на мачтах высотой 4 м, размещённых вне зоны работы крана.

Временные здания и сооружения располагаются в пределах площадки на территории, не предназначенной для основной застройки. Они объединены в единый комплекс, обеспечивающий бытовые потребности рабочих. Расстояние до источников пыли и газа составляет не менее 50 м, до санитарных узлов и помещений обогрева – не более 100 м.

Проектируемое жилое здание по применяемым конструкциям отнесено к III степени огнестойкости. Противопожарные разрывы составляют 8 м. Расстояние от временных зданий до ограждения площадки – 2 м. Все площадки для складирования грузов расположены в зоне действия крана, имеют твёрдое покрытие и уклон до 5%.

Временные дороги проектируются с щебёночным покрытием шириной 3,5 м и уклоном до 5%. Движение организуется по кольцевой схеме с односторонним направлением. Скорость автотранспорта ограничивается до 5 км/ч, места установки дорожных знаков согласовываются с ГИБДД. На площадке предусмотрен один въезд, один выезд и один вход для людей.

Пешеходные дорожки соединяют кратчайшими маршрутами все временные здания, склады и зоны производства работ. Покрытие дорожек гравийно-щебёночное, ширина постоянная – 2 м. В опасных зонах вывешиваются сигнальные надписи и таблички, видимые в любое время суток.

При работах на высоте более 1,5 м, при невозможности устройства ограждений, работники обеспечиваются предохранительными поясами с надёжной фиксацией. Электроснабжение строительной площадки выполняется от подстанции мощностью 2500 кВА по радиальной схеме. Кабели подаются изолированными линиями, распределительные шкафы устанавливаются в центре нагрузки. Все нетоковедущие металлические части электрооборудования зануляются путём соединения с нулевыми жилами питающих кабелей.

6.8 Расчётная часть

Молниезащита жилого здания рассчитывается исходя из ожидаемого числа ударов молнии по формуле:

$$N = (A + 6H) \cdot (L + 6H)n \cdot 10^{-6}$$

где H – максимальная высота здания, м;

A и L – ширина и длина здания, м;

n – удельная плотность ударов молний для района строительства.

Подставив значения ($H = 54,6$ м; $A = 22$ м; $L = 29,4$ м; $n = 4$), получаем:

$$N = (22 + 6 \cdot 54,6) \cdot (29,4 + 6 \cdot 54,6) \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,50$$

Так как $N < 1$, объект относится к зоне защиты Б. В здании отсутствуют помещения, относящиеся к пожаро- и взрывоопасным категориям, а его конструкции обладают II степенью огнестойкости.

Высота зоны защиты определяется как $h_0 = 0,92h$, радиус зоны защиты на уровне земли – $r_0 = 1,15h$, радиус зоны на высоте здания – $r_x = 1,5(h - H/0,92)$.

Принимая $r_x = 20$ м и $H = 54,6$ м, получаем:

$$h = \frac{r_x + 1,63H}{1,5} = \frac{20 + 1,63 \cdot 54,6}{1,5} = 72,67 \text{ м}$$

Высота опор равна $h_{\text{оп}} = h + 2 = 74,67$ м.

Высота зоны защиты составляет $h_0 = 0,92 \cdot 74,67 = 68,70$ м.

Радиус зоны защиты на уровне земли равен $r_0 = 1,15 \cdot 74,67 = 85,87$ м.

Проверка соотношений показала выполнение условий: $h_0 > H$ и $r_0 > L$.
Окончательно принимаются: высота опор – 74,7 м, высота зоны защиты – 68,70 м, радиус зоны защиты у земли – 85,87 м, радиус зоны на высоте защищаемого объекта – 20 м.

Заключение

Выполненная работа позволила комплексно рассмотреть процесс проектирования и организации строительства 16-этажного монолитного жилого здания с подземной автостоянкой. В ходе исследования удалось соединить архитектурные, конструктивные, технологические, организационные и экономические подходы, что обеспечило целостное представление о реализации объекта.

В первом разделе были определены исходные данные для проектирования, разработаны архитектурно-планировочные решения, рассчитано необходимое число водоприёмных устройств, предложены конструктивные решения и мероприятия по обеспечению естественного освещения, шумоизоляции и отделки помещений. Уделено внимание противопожарным требованиям и доступности здания для маломобильных групп населения.

Во втором разделе проведены расчёты несущих элементов каркаса, исследовано напряжённо-деформированное состояние конструкций, выполнены расчёты на устойчивость и проверка частот собственных колебаний. Рассмотрены мероприятия по защите от прогрессирующего обрушения, выполнен расчёт плитного фундамента и осадок с использованием методов линейно-деформируемого слоя.

Третьем разделе была посвящена технологии строительства: разработана технологическая карта, определён состав работ, приведена калькуляция трудовых затрат, рассмотрены опалубочные, арматурные и бетонные процессы. Составлен график производства работ и определена потребность в материально-технических ресурсах.

В четвёртом разделе рассмотрена организация строительства. Определена численность персонала, потребность в воде и тепле, проработана схема организации строительной площадки. Сформирован стройгенплан,

обеспечивающий рациональное размещение временных сооружений, техники и складских площадок.

Пятая раздел содержала расчёты по экономике строительства. Были определены технико-экономические показатели, рассчитана стоимость основных процессов, изучена структура затрат на материалы и инженерные сети.

В шестой главе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности объекта. Подробно описаны меры по охране труда, система электроснабжения и водоснабжения, а также мероприятия по организации безопасного строительного процесса. Выполнен расчёт молниезащиты, что подтверждает соответствие объекта нормативным требованиям.

Итогом работы стало обоснование проектных и организационных решений, обеспечивающих надёжность и эксплуатационную пригодность жилого здания. Применение современных строительных технологий и материалов позволило достичь сочетания архитектурной выразительности, функциональности и энергоэффективности.

Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности их использования для проектирования и строительства аналогичных объектов в условиях плотной городской застройки. Выполненные расчёты и организационные схемы могут быть применены в дальнейшей инженерной практике и образовательной деятельности.

Список используемой литературы

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024)).
2. Федеральный закон «О теплоснабжении» (с изменениями на 28 ноября 2015 года) (редакция, действующая с 1 января 2023 года).
3. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изменениями и дополнениями).
4. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*.
5. СП 20.13330.2016: Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
6. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
7. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий
8. СП 50.13330.2024 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
9. СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения», актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения».
10. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* «Планировка и застройка городских и сельских поселений».
11. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», актуализированная редакция СНиП 2.04.05-91 (2000) «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

12. СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий», актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85 (2000) «Внутренний водопровод и канализация зданий».
13. СП 112.13330.2012 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», актуализированная редакция СНиП 21-01-97 (1999) «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
14. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение», актуализированная редакция СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;
15. СП 113.13330.2023 «Стоянки автомобилей», актуализированная редакция СНиП 21-02-99 «Стоянки автомобилей»;
16. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*
17. СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», актуализированная редакция ;
18. СП 51.13330.2011 «Защита от шума», актуализированная редакция СНиП II-12-77 «Защита от шума»;
19. СП 17.13330.2017 Кровли», актуализированная редакция СНиП II-26-76 «Кровли»;
20. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции, актуализированная редакция СНиП II-23-81*.
21. СП 68.13330.2017 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения».
22. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (Приказ Ростехнадзора от 12 ноября 2013 года № 533).
23. Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов (Приказ Минтруда РФ № 642н от 17.09.2014 г.).

24. РД 11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ».
25. Бузало Н. А. Крыши и кровли гражданских и производственных зданий: Учебное пособие / Н.А. Бузало, И.Д. Платонова, Н.Г. Царитова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2020. - 152 с.
26. Варфоломеев Ю. М. Санитарно-техническое оборудование зданий: Учебник / Ю.М. Варфоломеев, В.А. Орлов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2019. - 249 с.
27. Гумба Х.М. Экономика отрасли: ценообразование и сметное дело в строительстве // Москва, Юрайт, 2020, - 372 с. EDN: TLGDFH
28. Девятаева Г. В. Технология реконструкции и модернизации зданий: Учебное пособие / Г.В. Девятаева. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2023. - 250 с.
29. Загидуллина Г. М. Экономика строительного производства: Учебник/Г.М. Загидуллина, А.И. Романова - 2 изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2023. - 360 с.
30. Кукота А.В., Одинцова Н.П. Сметное дело и ценообразование в строительстве // Москва, Юрайт, 2020, - 201 с. [электронный ресурс].- Доступ из СПС «Консультант-Плюс».
31. Кузин Н.Я. Управление технической эксплуатацией зданий и сооружений : учебное пособие для студентов / Н. Я. Кузин, В. Н. Мищенко, С. А. Мищенко ; Межрегиональный учебно- методический совет профессионального образования. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРА- М, 2019 - 156 с.
32. Михненко О. В. Производственный менеджмент в строительстве: Учебник / Михненко О.В., Шемякина Т.Ю., Коготкова И.З. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2023. - 352 с.
33. Михненко О. В. Производственный менеджмент в строительстве: Учебник / Михненко О.В., Шемякина Т.Ю., Коготкова И.З. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2020. - 352 с.

34. Справочник дорожного мастера. Строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог / ред. С.Г. Цупикова. - М.: Инфра-Инженерия, 2019. - 928 с.
35. Справочник по гражданскому строительству. - М.: Киев: Гостехиздат, 2023. - 866 с.
36. Строкин, И.И. Перевозка и складирование строительных материалов / И.И. Строкин. - М.: Стройиздат, 2020. - 463 с.
37. Сетков В. И. Строительные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник / В.И. Сетков, Е.П. Сербин. - 3-е изд., доп. и испр. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 444 с.
38. Серикова Г.А. Современные отделочные материалы [Электронный ресурс]: виды, свойства, применение/ Серикова Г. А.— Электрон, текстовые данные.— М.: РИПОЛ классик, 2022.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55399.html>.— ЭБС «IPRbooks»
39. Савельева Е. А. Экономика и управление недвижимостью: Учебное пособие / Е.А. Савельева. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2021. - 336 с.
40. Сокова С. Д. Основы технологии и организации строительномонтажных работ: Учебник / С.Д. Сокова. - М.: НИЦ Инфра-М, 2023. - 208 с.
41. Трушкевич А. И. Организация проектирования и строительства : учебник / А.И. Трушкевич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. шк., 2021. – 479 с.
42. Учаев, П.Н. Жестяницкие работы / П.Н. Учаев, В.В. Привалов, И.Н. Учаев. - М.: Машиностроение, 2023. - 336 с.
43. Яковлева М. В. Обследование технического состояния зданий и сооружений: Учебное пособие / М.В. Яковлева, Е.А. Фролов, А.Е. Фролов. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 160 с.