

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

**Факультет «Техника и технология»**  
**Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»**  
**Направление 08.03.01 Строительство**

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ *Е.Н.Гордеев*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

28-этажный жилой дом в г.Волгограде (часть I)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

### **Консультанты:**

Архитектура  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *Т.П. Лемешко*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Строительная теплотехника  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *А.А. Кирсанова*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Расчет конструкций  
ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ *А.М. Володин*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ *Ю.Б. Башкова*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

САПР  
ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ *А.М. Володин*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Организация, технология, экономика стр-ва  
старший преподаватель  
\_\_\_\_\_ *О.В. Кузьминых*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Экология  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *О.В. Калинин*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

БЖД  
заведующий кафедрой, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *Е.Н. Гордеев*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Руководитель проекта:**  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *О.В. Калинин*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Автор проекта:**  
студент группы **ФТТ-408**

\_\_\_\_\_ *Пуяткина Екатерина Олеговна*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Нормоконтролер:**  
ассистент  
\_\_\_\_\_ *О.В. Зайцева*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## АННОТАЦИЯ

Путятина Е.О. 28-этажный жилой дом в г. Волгограде (1 часть): Филиал ЮУрГУ в г. Златоусте, ПГС; 2020, 155 с., 40 ил., библиогр. список – 31 наим., 21 табл., 4 прил., 12 листов чертежей ф. А1.

В дипломном проекте рассмотрена технология возведения 28-этажного жилого дома. Предложены следующие решения:

В архитектурно-строительной части разработан план этажей, разрезы, фасады, генплан. Разработаны объемно-планировочные и конструктивные решения.

В расчетно-конструктивной части выполнен расчет каркаса здания с применением ПК «ЛИРА». Выполнен ручной расчёт на продавливание. Подбран и рассчитан фундамент.

В организационно – технической части приняты решения об организации работ по возведению здания. Данные решения представлены календарным планом, а так же строительным генеральным планом. Составлены технологические карты.

В экономической части нужно рассчитаны локальные сметы на общестроительные работы. Провели сравнение конструктивных решений фундаментов.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассчитана система вентиляции, молниезащита, пути и время эвакуации.

В разделе «Экология» было проведена оценка загрязнения окружающей среды при формировании котлована экскаватором.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР			
Разработал		Путятина Е.О.			06.20	28-этажный жилой дом в г. Волгограде (часть 1)	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Калинин О.В.			06.20		ВКР	4	155
							Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г.Златоусте		
Н. контр.		Зайцева О.В.			06.20		Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	8
2 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	16
2.1 Решение генерального плана.....	16
2.2 Природно-климатическое характеристика района строительства	17
2.3 Архитектурно-планировочные решения.....	18
2.4 Архитектурно-конструктивные решения.....	24
2.5 Мероприятия по противопожарной безопасности.....	25
2.6 Инженерное оборудование здания.....	26
3 СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА.....	28
3.1 Теплотехнический расчет ограждающей конструкции.....	28
3.2 Теплотехнический расчет чердачного перекрытия при движении тепла снизу вверх.....	31
3.3 Теплотехнический расчет конструкции перекрытия над подвалом.....	32
3.4 Теплотехнический расчет светопрозрачных ограждений.....	33
4 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	34
4.1 Расчет каркаса здания.....	34
4.2 Расчет фундамента.....	48
4.3 Расчет плиты перекрытия на продавливание.....	62
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ.....	68
5.1 Земляные работы.....	68
5.2 Технология возведения подземной части здания.....	72

										Лист
										5
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР				



## ВВЕДЕНИЕ

В современном жилищном строительстве широко распространены дома, построенные из кирпича и из сборного железобетона (крупноблочного из объемных блоков, панельного).

Крупнопанельные дома, которые занимают преобладающее положение в жилищном строительстве, наряду с очевидными преимуществами имеют ряд недостатков, которые приводят к чрезмерным расходам на энергоресурсы (на стадии производства и монтажа), чрезмерные затраты на металл для встроенных деталей и низкая эксплуатационная надежность, связанная с проблемами стыков конструктивных элементов.

Строительный опыт показал, что этих недостатков можно избежать при использовании монолитных железобетонных зданий с повышенной жесткостью в жилищном строительстве. Преимуществом монолитной конструкции является снижение потребления стали, устранение утечек, промерзания из-за отсутствию соединений. Кроме того, существует неограниченное количество типовых элементов и широкий спектр возможностей проектирования различных геометрических форм конструкций привели к образованию новых, более приемлемых объемно-планировочных решений зданий, воплощающих ранее невозможные архитектурных идей.

Промышленные опалубки в сочетании с техникой приготовления бетона и его подачей к месту бетонирования сделали этот способ сравнимым со сборным домостроением по технико-экономическим показателям.

Поэтому, целью данного проекта является проектирование и расчет высотного многоквартирного дома улучшенной планировки с административной частью и центром отдыха и спорта. В связи с широким распространением программного обеспечения и компьютерных технологий, в данном проекте помимо ППП АП «Ли́ра» используются следующие приложения: AutoCAD, Microsoft Word, Microsoft Excel и др.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		7

# 1 СРАВНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

## 1.1 Монолитное строительство

Монолитное строительство становится всё более популярной технологией постройки зданий. Жесткий каркас, который создается во время монолитного строительства, очень прочен. Использование опалубки различных форм позволяет реализовать различные архитектурные решения. Монолитное здание в основном используется для возведения административных и жилых зданий.

По сравнению с кирпичными зданиями, монолитное строительство дома возводится очень быстро. Монолитная железобетонная конструкция является бесшовной, что значительно повышает прочность конструкции. Одним из основных преимуществ монолитной стройки является её всепогодность, строить дома из бетона можно в любое время года.

В России, как и во всем мире, в последние годы наблюдается тенденция к увеличению использования монолитного бетона и железобетона в промышленном и гражданском строительстве с применением инвентарной опалубки, высокопроизводительной технологий и комплексной механизации приготовления, транспортировки и укладки бетонной смеси. Годовой объем применения монолитного бетона на душу населения составляет всего около  $0,3 \text{ м}^3$ . Для сравнения, этот показатель в Израиле составляет  $2 \text{ м}^3$ , в Японии —  $1,2 \text{ м}^3$ , в Италии —  $1,1 \text{ м}^3$ , в США —  $0,75 \text{ м}^3$ , в Германии —  $0,8 \text{ м}^3$ .

Монолитный железобетон имеет ряд неоспоримых преимуществ перед другими материалами (в том числе металлическими) при использовании в каркасах многоэтажных зданий. Самые высокие здания на всех континентах были построены с использованием этой технологии. В частности, в США уже построено более 100 небоскребов с монолитным каркасом. Бетон уверенно вытесняет сталь из этой области строительства, особенно после обрушения небоскребов со стальным каркасом всемирного торгового центра в результате

										Лист
										8
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР				







подвержены сейсмическим воздействиям, а также в районах, где транспорт очень плохо развит;

- строительно-монтажные работы при возведении здания из металлического каркаса могут проводиться в любое время года, поскольку используемый металл не подвержен влиянию внешней среды. Все мокрые процессы сводятся к нулю, поэтому можно строить быстро и без грязи. Результатом этого является более высокая скорость строительства, а время строительства – это деньги застройщика;
- строительство дома из металлоконструкций намного дешевле, чем строительство железобетонного или панельного дома, и в результате чего снижается его цена в готовом виде
- металлоконструкции не хуже, чем кирпич и бетон с точки зрения прочности или долговечности, но в то же время их можно собрать и разобрать по желанию, как детский конструктор, без повреждений. В разобранном виде их можно без проблем хранить и транспортировать.

Как видите, за меньшие деньги дом получается качественный, построен по современным технологиям, безопасен для жизни, удобен и эстетичен. Кроме того, дом из металлоконструкций полностью пожаробезопасен.

В России металл традиционно используется в основном для строительства торговых центров, автостоянок, стадионов, складов и промышленных зданий в целом. Застройщики жилья строят какие угодно дома - кирпичные, панельные, монолитно-кирпичные, каркасные. Но повсюду в России основным несущим элементом каркаса здания является железобетон.

### 1.3 Панельное строительство

Панельные дома стали очень популярными среди жилых зданий типичного строительства. Они были идентичны не только своим железобетонным «соседям», но и типичным зданиям в других городах России.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		11

Панельный дом представляет собой конструкцию, построенную по принципу конструктора «лего» из сборных железобетонных плит (панелей), изготовленных на заводе.

Преимущества данной технологии:

- на застройку уходит полое количество времени (3-12 месяцев);
- доступная стоимость жилья;
- процесс изготовления;
- внутренняя поверхность панели гладкая, что избавит будущих хозяев от лишних затрат на дополнительные отделочные работы

Недостатки данной технологии:

- большая часть стен в квартире панельного дома — несущие. Проводить перепланировку в таком случае невозможно;
- плохая теплоизоляция и звукоизоляция;
- нередко из-за некачественных материалов или длительного срока эксплуатации на стыках швов в углах квартиры появляются щели.

Дома, построенные по монолитной технологии, имеют гораздо лучшие характеристики, чем дома с панельной планировкой. В монолитных домах большинство квартир имеют свободную планировку, отсутствие швов, которые не нужно герметизировать. Все элементы представляют собой неразрывный целый каркас.

#### 1. 4 Деревянное строительство

Строительство многоэтажных жилых домов и бизнес-центров из дерева – становится все более популярным в странах Европы и Америки. Технологии деревянного строительства постоянно совершенствуются, и уже ясно, что деревянное строительство выгодно, быстро, надежно и безопасно. Каждый год появляются новые рекорды для строительства многоэтажных зданий с использованием деревянных панелей CLT и клееного бруса LVL.

Для возведения многоэтажных домов используются высокопрочные композитные материалы на основе древесины, в частности – LVL брус и CLT панели. Первый из них применяется в качестве вертикальных и горизонтальных элементов несущего каркаса здания. Материал представляет собой многослойный шпон из дерева хвойных пород. Волокна слоев расположены параллельно, толщина каждого слоя составляет около 3 мм.

Безопорный пролет балок из бруса LVL может достигать 36 м, а ферм – 42 м и более. Брус не дает усадки и остается геометрически устойчивым в течение всего срока службы. В отличие от обычного дерева, LVL не подвержен воздействию микроорганизмов, не деформируется от влаги и устойчив к химической агрессии. Современные технологии производства позволяют достичь высокой степени готовности строительных конструкций, а монтаж деревянного каркаса на строительной площадке осуществляется аналогии монтажу быстровозводимых зданий из стали.

Работа с деревом менее затратна и трудоемка благодаря использованию простых инструментов и оборудования, кранов с меньшей грузоподъемностью. В то же время монтаж деревянных конструкций характеризуется высокой обрабатываемостью и скоростью, поскольку используются блоки и модули сборочного производства.

Здания из дерева соответствуют современным нормам «зеленого» энергоэффективного строительства. Они могут возводиться на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями, в том числе – с сейсмической активностью, наличием горных подработок и свойств просадочности.

Проведенные огневые испытания подтверждают, что дерево показывает лучшие результаты с точки зрения пожарной безопасности по сравнению со сталью. Характеристики прочности и устойчивости деревянных строительных конструкций сохраняются в течение 45 минут после начала пожара, а огнестойкость металла в незащищенном состоянии составляет 15 минут.

В развитых странах деревянные высотные здания давно перестали относиться к экспериментальной категории. В Евросоюзе активно продвигается

государственная программа «Деревянная Европа», в соответствии с положениями которой уже к 2020 году объем строительства зданий из дерева должен достигнуть 80% от общего количества новостроек, и уже сегодня этот показатель приближается к планируемому.

Почти пятая часть мировой лесной ресурсной базы находится в Российской Федерации. При грамотной организации выращивания и промышленного использования древесины, ее запасы для России – неисчерпаемы. С внедрением новых древесных технологий стоимость этих строительных материалов может постепенно снижаться, а цены бетона и производство стали постоянно растут.

Однако сегодня строительство из дерева в нашей стране регламентируется нормативами более полувека назад. В первую очередь это относится к пожарной безопасности, которые не учитывают свойства современных композитных материалов CLT и LVL. Таким образом, проектировать и строить деревянные здания с максимальной высотой 5 метров и площадью до 500 м<sup>2</sup> в установленном порядке.

Вывод по разделу один:

Не смотря на все плюсы в России не хотят строить многоэтажные дома из металла. Так как для монтажа и сборки металлических конструкций нужны высококвалифицированные кадры - монтажники и сварщики. И с этими кадрами в России большая проблема. Их просто нет в таком количестве, чтобы закрыть потребности жилищного строительства. С панельными домами всё просто - их элементы изготавливают на заводе на современном оборудовании. Потом привозят на объект и собирают как LEGO, но у этой технологии много минусов. С монолитными домами чуть сложнее, но не намного - опалубка, армирование, бетонирование и так все повторяется от этажа к этажу. С этой работой справятся даже не квалифицированные кадры. Их как вы знаете на стройке большинство - из стран ближнего зарубежья. Так как в нашей стране строительство из дерева регламентируется нормативами более чем полувековой давности, то строить можно только деревянные здания высотой не более 5 метров и площадью – до 500

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		14

м<sup>2</sup>. К сожалению, при отсутствии соответствующей нормативной базы, многоэтажное строительство из дерева в России не выгодно. Для каждого проекта приходится получать множество согласований и заключений, заново проводить испытания материалов, составлять обоснования, решать вопросы с местными властями, различными ведомствами и органами надзор. Таким образом, наиболее выгодной технологией в России является монолитное возведение высотных зданий. Монолитная железобетонная конструкция бесшовная, имеет жесткий каркас, высокий срок службы, возможное использование различных архитектурных решений.

									Лист
									15
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР			

## 2 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Решение генерального плана

Земельный участок, предназначенный для строительства многоквартирного дома, расположен в центральном районе Волгограда. С улицы Пражская запроектированы площадки для стоянки автомобилей. Пешеходная часть тротуара принята шириной 1,5 м. Ширина проездов принята 6 м. Ориентация главного фасада северо-восток. Территория свободной застройки озеленяется (кустарниками, многолетними травами, декоративными деревьями) для того, чтобы обеспечить санитарно-гигиеническим условиям. Так же на территории застройки будут организованы детские игровые площадки и тротуары со скамейками

Вблизи жилого дома проектируется парк. Вдоль главного фасада запроектированы проезды, которые при пожаре будут использоваться, как подъездный путь для пожарных машин. Парк и тротуары освещаются фонарями. Стоянки для автомобилей находятся с торца здания, вместимостью на 29 машин не охраняемая и охраняема на 58 машин.

Существующие жилые дома считаются основой горизонтальной привязки здания и разделения элементов планирования.

Разработка генплана с расположением различных зданий и оборудования в малых архитектурных формах реализуется в соответствии со стандартами СНиП 2.07.01.89

Проезды и тротуары проектируются в местах где находится асфальтовое покрытие.

Технико-экономические показатели генерального плана:

- площадь общей территории:  $P_0=15849 \text{ м}^2$ ;
- площадь застройки:  $P_3=2580 \text{ м}^2$ ;
- площадь автомобильных дорог и мощеных участков:  $P_a=1170 \text{ м}^2$ ;
- площадь озеленения:  $P_{\text{озел.}}=8033 \text{ м}^2$ ;
- коэффициент застройки (формула 1.1) – 23,66 %;

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		16



- среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее жаркого месяца 51%;
- количество осадков за год 386 мм;
- в январе преобладают северо-восточные ветра;
- в июле преобладают северо-западные ветра;
- нормативная глубина промерзания грунтов – 1,2 м;
- нормативная снеговая нагрузка, согласно СНиП 2.01.07–85\* «Нагрузки и воздействия», – 120 кг/м<sup>2</sup>;
- нормативное давление ветра – 53 кг/м<sup>2</sup>.

Многолетние данные о ветровом режиме местности изображают графически в виде розы ветров. Роза ветров строится по средним скоростям и повторяемости ветра по румбам, на рисунках 2.1 и 2.2

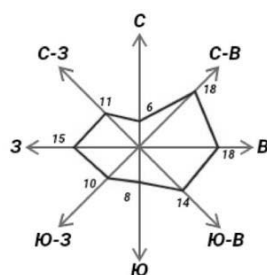


Рисунок 2.1 – Роза ветров января для г. Волгоград

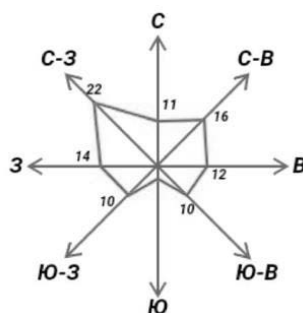


Рисунок 2.2 – Роза ветров июля для г. Волгоград

### 2.3 Архитектурно-планировочные решения

Здание выполнено в современном стиле с использованием передовых технологий и материалов.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Главный фасад представляет собой высотное здание в форме пирамиды. Ступени пирамиды отделаны стеклянными куполами со смотровыми площадками и зимними садами. Крыша дома полностью остеклена. Прекрасные эркеры в плане и застекленные балконы во всем мире придают дополнительную особенность к фасаду.

Встроенная часть здания также выполнена в монолитной версии и поддерживается колоннами, которые опираются на отдельный фундамент. Конструкция здания была выбрана с учетом его геометрических свойств, высокой нагрузки и сейсмичности территории застройки.

В целом здание представляет собой пирамидообразную форму, поэтому с повышением высоты конфигурация планов постепенно сужается.

Стены здания с наружи будут отделяться защитными экранами тёмно-серого цвета с синевато-белёсым отливом, стекла окон и остекление – тонированное стекло.

Уровень пола первого этажа отметка 0,000. На первом этаже дома размещен зал, выступающий в плане (отметка -1,650 м) с постом охраны. Поскольку уровень первого этажа приподнят на половину этажа, вход в здание выполняется через боковую лестницу. Лифт останавливается на уровне 2-го этажа и зала.

Секция 1 проектируемого здания в плане сходится со второй частью, за исключением крайних элементов, где размещены административная часть, зимний сад и художественная мастерская (18, 24 этажа). Вторая часть жилая и имеет аналогичные планировочные показатели.

На правой стороне дома расположен трехэтажный административный блок, который выступает в плане из главного здания (выступающие второй и третий этажи по периметру поддерживаются колоннами).

На первом этаже есть правильная система контуров для всего здания. В административное здание вход реализовывается с торца здания через пункт охраны. Отметка первого этажа составляет -0,300 м. Связь между этажами выполняется через две лестницы, размещенные снаружи здания.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
							19
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

На втором этаже отметка 4,200 м. В центральной части здания находятся туалеты и холл, по периметру - офисы (кабинеты) и приемные. В торце здания есть комната для переговоров. Внешняя грань третьего этажа пропорционально сужена. Над залом заседаний на втором этаже размещается оранжерея (зимний сад) под остеклением в виде купола с выходом на крышу. Верхняя отметка купола 17 000 м.

Уровень типового этажа берется 3,3 м. Административный блок обладает высотой этажа 4,5 м.

Планировочная отметка земли -1,800 м, отметка заложения фундаментной плиты берется из конструктивных требований -7,000м.

Во второй части две двухкомнатные и три трехкомнатные квартиры рассчитаны на каждом этаже. Все жилые площади имеют фронтальную зону со встроенными шкафами либо смежными коридорами, кухню, оснащенную электрическими плитами и раковинами, совмещенные ванные комнаты и отдельный санузел. Гостиная всех квартир имеет трапецеидальный план с преломляющимся остеклением. Примыкающий балкон (трапециевидный) повторяет форму эркера.

Выход на балкон осуществляется через боковое окно в гостиной. Во всех квартирах гостиная соединена с кухней, чтобы ее возможно было применять в качестве столовой. Трехкомнатные квартиры с торца дома имеют балконы. Состав ванных комнат выглядит так: джакузи, раковина, унитаз и биде. Помимо всего этого, во всех квартирах есть второй отдельный туалет.

Каждая квартира через переднюю выходит на поэтажный лестнично-лифтовой узел, посреди которого расположена лифтовая площадка 2300x900 мм, которая ведет напрямик к наружной стене с остеклением по высоте. Количество лифтов – два грузовых и два пассажирских, с размерами 1100x600 мм и 900x600 мм. С обеих сторон лифтовой площадки запроектирована незадымляемая лестница, вспомогательная лестница с разбиением на противопожарные уровни. Выход на незадымляемую лестницу исполняется через

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		20

обходной коридор через лоджию. Также имеются отдельные отсеки для мусоропроводов и технического оборудования на лестнично-лифтовом узле.

На 25-28 этажах обеих секций находится центр отдыха и спорта: процедурные, сауна, тренажерные залы, два спортзала типовых размеров и бассейн 9х15 м и глубиной 3 м. Пространство спортзалов и бассейна не ограничивается перекрытиями 27, 28 этажей. Этажи 27, 28 ограничиваются скатным покрытием в виде металлоконструкций с остеклением. Выход к спортивному залу и бассейну осуществляется через женскую и мужскую раздевалку. В верхней части здания находится железобетонный короб для выхода вентиляционных систем и канализации. Верхняя отметка короба составляет 97,000 м.

Доступ на крышу осуществляется через короб. Лестничная клетка является незадымляемая и достигает уровня перекрытия 28 этажа. Правая лестничная клетка ведет на крышу.

Экспликация помещений приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Экспликация помещений

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Примечание
1-на комнатная квартира		
1. Кухня-столовая	15,5	
2. Гостиная	25,76	
3. прихожая	22,42	
4. Санитарный узел	7,43	
5. Балкон	8,45	
2-х комнатная квартира, 1 типа		
1. 1. Кухня-столовая	15,5	
2. Гостиная	25,76	
3. Спальня	16,12	
4. Ванная комната	7,43	
5. Гостевой туалет	2,04	

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------

Продолжение таблицы 2.1

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Примечание
6. Прихожая	16,24	
7. Балкон	8,45	
2-х комнатная квартира , 2 типа		
1. Кухня-столовая	15,61	
2. Гостиная	25,76	
3. Кабинет	21,12	
4. Ванная комната	7,43	
5. Гостевой туалет	2,04	
6. Прихожая	16,24	
7. Балкон	8,45	
8. Зимний сад	7,54	
3-х комнатная квартира, 1 типа		
1. Кухня-столовая	13,64	
2. Гостиная	25,76	
3. Спальня	24,6	
4. Детская	13,33	
5. Ванная комната	7,80	
6. Прихожая	13,80	
7. Гостевой туалет	2,04	
8. Балкон	13,65	
3-х комнатная квартира, 2 типа		
1. Кухня-столовая	17,98	
2. Гостиная	28,96	
3. Спальня 1	18,6	
4. Спальня 2	18,52	
5. Ванная комната	4,9	
6. Прихожая	13,8	

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

22

## Окончание таблицы 2.1

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Примечание
7. Туалет 1	4,9	
8. Туалет 2	2,5	
9. Балконы	13,65	
3-х комнатная квартира, 3 типа		
1. Кухня-столовая	15,5	
2. Гостиная	28,16	
3. Кабинет	21,12	
4. Детская	16,12	
5. Ванная комната	7,80	
6. Прихожая	22,42	
7. Туалет 1	2,04	
8. Зимний сад	7,54	
9. Балкон	8,45	
Общественные помещения 26 этажа		
1. Тренажерный зал	50,88	
2. Сауна	64,97	
3. Женская раздевалка	31,36	
4. Санитарный узел	9,61	
5. Санитарный узел	9,90	
6. Коридор	38,82	
7. Спортивный зал	220,48	
8. Женская раздевалка	63,00	
9. Душевая	11,47	
10. Приемная	14,80	
11. Коридор	38,92	

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

23



Внутренняя отделка – это целый ряд современных возможностей индустрии обработки поверхности здания.

Технико-экономические показатели:

- количество этажей -28 шт.;
- общее количество помещений центра отдыха и спорта – 32 шт.
- общее количество квартир – 229 шт.;
- общая площадь квартир – 31200 м<sup>2</sup>;
- общая площадь административного сектора – 3744 м<sup>2</sup>;
- жилая площадь – 14804 м<sup>2</sup>;
- строительный объем – 168000 м<sup>3</sup>

## 2.5 Мероприятия по противопожарной безопасности

Планировочные решения соответствуют требованиям пожарной безопасности в соответствии с [2].

Проектом обеспечена возможность проезда пожарных машин к зданию, в том числе со встроенно-пристроенными помещениями, и имеет доступ пожарных автолестниц или автоподъемников до 16 этажа.

Дороги и подъезды предусмотрены с твердым покрытием.

Цокольный этаж и подвал разделены на секции с наличием окон или люков размерами 0,9х1,2 м. Двери в противопожарных перегородках исполняются трудногораемыми с уплотнением в притворах.

Доступ на крышу осуществляется через верхний короб. Ограждение на кровле крепится в соответствии с ГОСТ 25772-83.

Из каждой квартиры, которая находится на 6-25 этажах здания есть выход на наружную лестницу с уклоном не более 80° и постепенно соединяющую балконы до отметки пола 5 этажа.

Проект предусматривает установку в каждой квартире балкона с простенком шириной не менее 1,2 м или простенком между оконными проемами 1,5 м с видом на балкон.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		25

Проект включает в себя шахты дымоудаления с искусственной вытяжкой и клапанами на каждом этаже. Стены шахты дымоудаления выполнены из огнеупорных материалов с огнестойкостью 1 час. Проект обеспечивает подачу воздуха к шахте лифта из систем ПП1, расположенных в лестнично-лифтовых узлах. Вентиляционная установка подпора в самостоятельных вентиляционных камерах, выгороженных противопожарными перегородками. Открытие клапанов и включение вентиляторов обеспечивается автоматически от сигнализации пожарных извещателей.

Для высотных жилых домов на верхних этажах предусмотрена незадымляемая лестничная клетка I типа. Жилые помещения и центр отдыха и спорта также имеют доступ на незадымляемую лестничную клетку.

Система пожарной сигнализации установлена во всех помещениях здания. Наружное пожаротушение от 2-х пожарных гидрантов кольцевой водопроводной сети.

Выполнено разделение на пожарные отсеки по высоте. 16 этаж технический. На границе пожарного отсека в уровне перекрытия предусмотрен карниз по периметру здания, выступающий за пределы здания на 0,75 м.

16-этаж считается техническим. На границе пожарного отсека в уровне перекрытия по периметру здания закреплен карниз, выступающий за пределы на 0,75 м от здания.

## 2.6 Инженерное оборудование здания

Проектом предусмотрена водоснабжение, канализация, вентиляция, телефон и телевизионный центр. Система отопления запроектирована однотрубная с верхней разводкой. Вода в теплоносителе с параметрами 105°-70°С при расчетной температуре наружного воздуха зимой –25°С и скорости ветра 8,1 м/с. Радиаторы используются в качестве нагревательных приборов.

Во внутреннем водопроводе проектируется единый ввод с водомерным узлом, оснащенный счетчиком холодной воды. Магистральные сети изолируются и прокладываются из стальных оцинкованных водо-газопроводных легких труб.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		26



Горячее водоснабжение: разводящие сети горячей воды изолируются аналогично трубопроводам холодного водоснабжения и монтируются из стальных оцинкованных водо-газопроводных легких труб.

Вентиляция проектируется общеобменная с принудительным побуждением вытяжки. Вытяжки с кухонь и санузлов выполняются вертикальными каналами, исполнены в специальных бетонных блоках.

Вентблоки выводятся до уровня 25 этажа, где они объединяются в зоне лестнично-лифтового узла и заканчиваются в верхнем коробе диффузорами. Вытяжные шахты осуществляют выпуск воздуха из «теплого» короба в атмосферу. Приток происходит через окна жилых помещений.

Вывод по разделу два:

Данное здание проектируется в современном стиле с использованием передовых технологий, это 2-х секционный дом точечного типа с выступающими наружными стенами в плане по периметру. Конструктивная система здания стеновая с продольными и поперечными несущими стенами. Высокая пространственная жесткость многоячейстой системы, способствует перераспределению в ней усилий и снижению напряжения в отдельных элементах. Здание отвечает всем противопожарным нормам [2].

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		27

### 3 СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

#### 3.1 Теплотехнический расчет ограждающей конструкции

Расчет ограждающих конструкций выполнен в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 (СНиП 23-02-2003) «Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты».

Ограждающая конструкция – материалом наружной стены жилого дома является кермзитобетон. Место строительства – г. Волгоград.

Ограждающие элементы должны удовлетворять условия энергосбережения.

$$R_0^{\text{ТР}} \geq R_0^{\text{НОРМ}}, \quad (3.1)$$

где  $R_0^{\text{НОРМ}}$  – нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ;

$R_0^{\text{ТР}}$  – приведенное значение сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ .

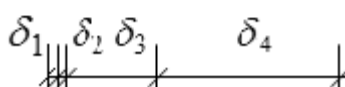
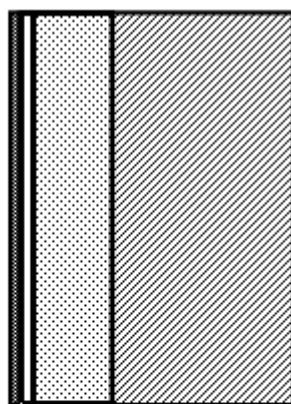


Рисунок 3.1 – наружная стена

Расчетная схема ограждающей конструкции:

1. Облицовочный (фактурный) слой (в расчете не учитывается);

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

2. Воздушная прослойка – коэффициент теплопроводности  $\lambda_2 = 0,0228 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ , толщина  $\delta_2 = 0,02 \text{ м}$  (по предварительным расчетам);

3. Теплоизоляционный слой – принимаем пеностекло плотностью  $\gamma_2 = 250 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_2 = 0,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ , толщина  $\delta_2 = 0,10 \text{ м}$  (по предварительным расчетам);

4. Несущая конструкция – бетон плотностью  $\gamma_3 = 2500 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_3 = 0,66 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ , толщина  $\delta_3 = 0,20 \text{ м}$ .

Определение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_o^{\text{тр}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (3.2)$$

где  $t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха, принимается согласно ГОСТ 12.1.005-76;  $t_{\text{в}} = 18\text{°C}$ ;

$t_{\text{н}}$  – расчетная температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [3];  $t_{\text{н}} = 28\text{°C}$ ;

$\Delta t^{\text{н}}$  – температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и внутренней поверхности ограждающей конструкции нормируется;  $\Delta t^{\text{н}} = 4\text{°C}$ ; (табл.5 [6 СП 50.13330.2012, СНИП 23-02-2003]);

$n$  – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающей поверхности по отношению к наружному воздуху;  $n = 1$ ;

$\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций (табл. 4 [6]);  $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ .

$$R_o^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (18 - (-28))}{4 \cdot 8,7} = 1,32 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \right)$$

Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП, определяем по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot Z_{\text{от}}, \quad (3.3)$$

где  $t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $\text{°C}$ ;

										Лист
										29
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР				

$t_{от}$  и  $Z_{от}$  – средняя температура, °С, и продолжительность сут. Периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С.  $T_{от}=-2,3^{\circ}\text{C}$ ,  $Z_{от}=176$  сут.

$$\text{ГСОП} = (18 - (-2,3)) \cdot 176 = 3572,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут/год}$$

$$R_0^{\text{TP}}=2,8 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт} \text{ (согласно табл.3 [6])}$$

Значение базового сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0^{\text{НОРМ}}$ , определяется по формуле:

$$R_0^{\text{НОРМ}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (3.4)$$

где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты, определяемые по таблице 3 СП 50.13330.2012

$$R_0^{\text{НОРМ}} = 0,00035 \cdot 3572,8 + 1,4 = 2,65 \text{ (м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)/Вт}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0^{\text{TP}}$ , определяется по формуле:

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_U}, \quad (3.5)$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}$ ;

$\alpha_U$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции  $\alpha_U = 23 \text{ Вт/(м}^2\text{ }^{\circ}\text{C)}$ ;

$R_K$  – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента,  $\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$ .

Допускается приведенное сопротивление теплопередачи наружных стен жилых зданий принимать равным:

$$R_0^r = R_0^{\text{TP}} \cdot r, \quad (3.6)$$

где  $r$  – коэффициент неоднородности конструкций  $r = 0,9$ .

Термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента,  $R_K$ , определяется по формуле:

$$R_K = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.7)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – теплопроводность материала слоя, Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

$$2,65 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,66} + \frac{0,02}{0,0228} + \frac{\delta}{0,04} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 0,052 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 80 мм.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,66} + \frac{0,02}{0,0228} + \frac{0,08}{0,04} + \frac{1}{23} = 3,34 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Проверяем выполненное условие (2.1).

$$3,34(\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > 2,65 (\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Условие (3.1) выполняется.

Так как требуемое условие выполняется, то принимаем ограждающую конструкцию с теплоизоляционным слоем из пеностекла толщиной 80 мм.

3.2 Теплотехнический расчет чердачного перекрытия при движении тепла снизу вверх.

Определим толщину чердачного утеплителя.

Конструкция      керамзитобетон       $\delta_1 = 0,16 \text{ м}$ ,       $\lambda_1 = 0,66 \text{ Вт/м}$ ,  
гидроизоляционный ковер, плитный утеплитель PRIMAPLEX       $\lambda_2 = 0,03 \text{ Вт/м}$ ,  
геотекстиль, гравийная засыпка  $\delta_2 = 0,10 \text{ м}$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}$$

$$R_1 = \frac{0,16}{0,66} = 0,24, (\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

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

$$R_0^{\text{норм}} = 0,00045 \cdot 3572,8 + 1,9 = 3,51 (\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Определим толщину утеплителя чердачного перекрытия аналогично тому, как мы определяли толщину утеплителя стены:

$$3,51 = \frac{1}{8,7} + 0,24 + \frac{\delta}{0,03} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 0,093 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 100 мм.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1}{8,7} + 0,24 + \frac{0,1}{0,03} + \frac{1}{23} = 3,73 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Проверяем выполненное условие (3.1).

$$3,73 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > 3,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Условие (3.1) выполняется.

Так как требуемое условие выполняется, то принимаем чердачное перекрытие с теплоизоляционным слоем из плитного утеплителя PRIMAPLEX толщиной 100 мм.

### 3.3 Теплотехнический расчет конструкции перекрытия над подвалом

Определим толщину утеплителя.

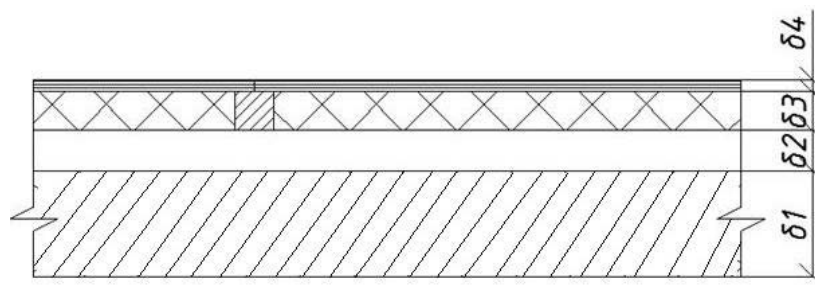


Рисунок 3.2 – конструкции перекрытия над подвалом

Монолитная плита – бетон плотностью  $\gamma_3 = 2500 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_3 = 0,66 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ , толщина  $\delta_1 = 0,20 \text{ м}$ .

Утеплитель ISOVER – коэффициент теплопроводности  $\lambda_3 = 0,041 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ , толщина  $\delta_2 = X \text{ м}$ .

Стяжка из цементно-песчаного раствора  $\delta_3 = 0,2 \text{ м}$ ;  $\lambda = 0,76 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$

Паркет дубовый – коэффициент теплопроводности  $\lambda_3 = 0,42 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$ , толщина  $\delta_4 = 0,2 \text{ м}$ .

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}$$

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

$$R_0^{\text{норм}} = 0,00045 \cdot 3572,8 + 1,9 = 3,51 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Определим толщину утеплителя пола первого этажа аналогично тому, как мы определяли толщину утеплителя стены:

$$3,51 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,66} + \frac{0,2}{0,76} + \frac{0,2}{0,42} + \frac{\delta}{0,041} + \frac{1}{12}$$
$$\delta = 0,093 \text{ м}$$

Принимаем толщину утеплителя 100 мм.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{0,66} + \frac{0,2}{0,76} + \frac{0,2}{0,42} + \frac{0,1}{0,041} + \frac{1}{12} = 3,68 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Проверяем выполненное условие (3.1).

$$3,68(\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} > 3,51 (\text{м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Условие (3.1) выполняется.

Так как требуемое условие выполняется, то принимаем перекрытие над подвалом с теплоизоляционным слоем из утеплителя ISOVER толщиной 100 мм.

#### 3.4 Теплотехнический расчет светопрозрачных ограждений

Далее по приложению 6 СнИП II-3-79\*, используя полученное значение сопротивления теплопередачи  $R=0,35$ , подбираем вид заполнения светового проема: в данном случае подходит однокамерный стеклопакет из обычного стекла (с межстекальным расстоянием 13 мм).

Вывод по разделу три:

Выполнен теплотехнический расчет, а также подобран утеплитель для ограждающих конструкций, чердачного перекрытия, перекрытия над подвалом, а также светопрозрачных ограждений.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 4 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

### 4.1 Расчет каркаса здания

#### 4.1.1 Конструктивная схема здания.

Конструктивной системой здания называется совокупность взаимосвязанных конструкций здания, обеспечивающих его прочность, жесткость и устойчивость. Принятая конструктивная система здания должна обеспечивать прочность, жесткость и устойчивость здания на стадии возведения и в период эксплуатации при действии всех расчетных нагрузок и воздействий. Жилые здания рекомендуется проектировать на основе стеновых конструктивных систем с поперечными и (или) продольными несущими стенами.

Конструктивная система здания принята перекрестно-стеновая с поперечными и продольными несущими стенами. Наружные стены запроектированы несущими. Несущие стены вместе с перекрытиями и покрытием образуют пространственную систему, воспринимающую все действующие на здание нагрузки.

Расчет данного здания производится по так называемой жесткой конструктивной схеме, учитывающей пространственную работу консольной системы двутаврового поперечного сечения, заделанной в фундаменты. Высокая пространственная жесткость многоячейковой системы, образованной перекрытиями, поперечными и продольными стенами, способствует перераспределению в ней усилий и уменьшению напряжений в отдельных элементах. Расчет производится для двух секций здания.

Задание всех элементов, а также задание нагрузок и характеристик грунта произведено в ПК САПФИР. Расчетная схема здания приведена на рисунке 4.1.





Рисунок 4.1 – Расчетная схема здания

Сопряжение отдельных элементов (перекрытий, стен) между собой и монолитной фундаментной плитой – жесткое.

Дом имеет размеры в плане: 86х30 м.

Этажность:

- Подвальный этаж – технические помещения;
- Цокольный этаж – развлекательно досуговые помещения;
- 1-25-ый этаж – жилые этажи;
- 16 этаж – технические помещения;
- 26-28 этаж – развлекательно-досуговые помещения;
- Высота подвала – 2,0 м. Высота цокольного этажа – 2,7 м.;
- Высота первого и типового этажа – 3,3 м;
- Верхняя отметка здания +97,7 м;
- В качестве основных несущих элементов приняты монолитные железобетонные стены, бетон класса В30.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

35

Монолитные стены толщиной 200 мм на всю высоту здания.

Перекрытия здания представляют собой монолитную железобетонную плиту толщиной 160 мм, бетон класса В25.

#### 4.1.2 Нагрузки, задаваемые в расчете

Подсчет нагрузок на здание выполняется в соответствии с требованиями действующих норм [4].

1 – постоянное загрузение – постоянные нагрузки (собственный вес каркаса, полов, перегородок, наружных стен, нагрузки на перекрытие);

2 – кратковременное загрузение – полезные нагрузки на перекрытия и снеговая нагрузка;

3 – ветровое загрузение – ветровая статическая нагрузка по оси X при пульсации ветра;

4 – ветровое загрузение – ветровая статическая нагрузка против оси X при пульсации ветра.

#### 4.1.3 Сбор нагрузок

Сбор нагрузок производится согласно п.п.2,3 [2].

Таблица 4.1 – Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> перекрытия

Наименование	Нормативная нагрузка	$\gamma$	Расчетная нагрузка
а) Постоянная - Собственный вес плиты толщиной 200 мм из бетона, $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$	4	1,1	4,4
- Слой звукоизоляционный толщиной 50 мм, $\gamma=800 \text{ кг/м}^3$	0,392	1,3	0,510
- Цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$	0,883	1,3	0,510

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## Окончание таблицы 4.1

Наименование	Нормативная нагрузка	$\gamma$	Расчетная нагрузка
- Мозаичный наборный паркет толщиной 20 мм, $\gamma=700 \text{ кг/м}^3$	0,137	1,3	0,178
- нагрузка от перегородок и санитарно-технического оборудования	0,738	1,3	0,956
Итого	6,15	-	7,192
б) Полезная	1,5	1,3	1,95
Всего	7,65	-	9,142

Таблица 4.2 – Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> коридоров, лестниц, фойе

Наименование	Нормативная нагрузка	$\gamma$	Расчетная нагрузка
а) Постоянная			
- Собственный вес плиты толщиной 160 мм из бетона, $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$	4	1,1	4,4
- Цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$	0,883	1,3	1,148
Итого	4,883	-	5,548
б) Полезная (п.11 табл.3 [2])	3	1,3	3,9
Всего	7,883	-	9,448

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 4.3 – Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> балконов

Наименование	Нормативная нагрузка	$\gamma$	Расчетная нагрузка
а) Постоянная - Собственный вес плиты толщиной 160 мм из бетона, $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$	4	1,1	4,4
- Цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$	0,883	1,3	0,510
Итого	5,483	-	7,368
б) Полезная (п.9 табл.3 [2])	1	1,3	1,3
Всего	6,483	-	8,668

Снеговая нагрузка на покрытие:

Полное расчетное значение на 1 м<sup>2</sup> покрытия:

$$S = S_g \cdot \mu, \quad (4.1)$$

где  $S_g$  – расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли. Для г.Волгограда, находящемся в II снеговом районе  $S_g = 0,7 \text{ кПа}$  [5];

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие [5], для двускатной кровли  $\mu = 1$

$$S = 0,7 \cdot 1 = 0,7 \text{ кПа}$$

Расчет схемы в программном комплексе САПФИР представлен на рисунке 4.2.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------

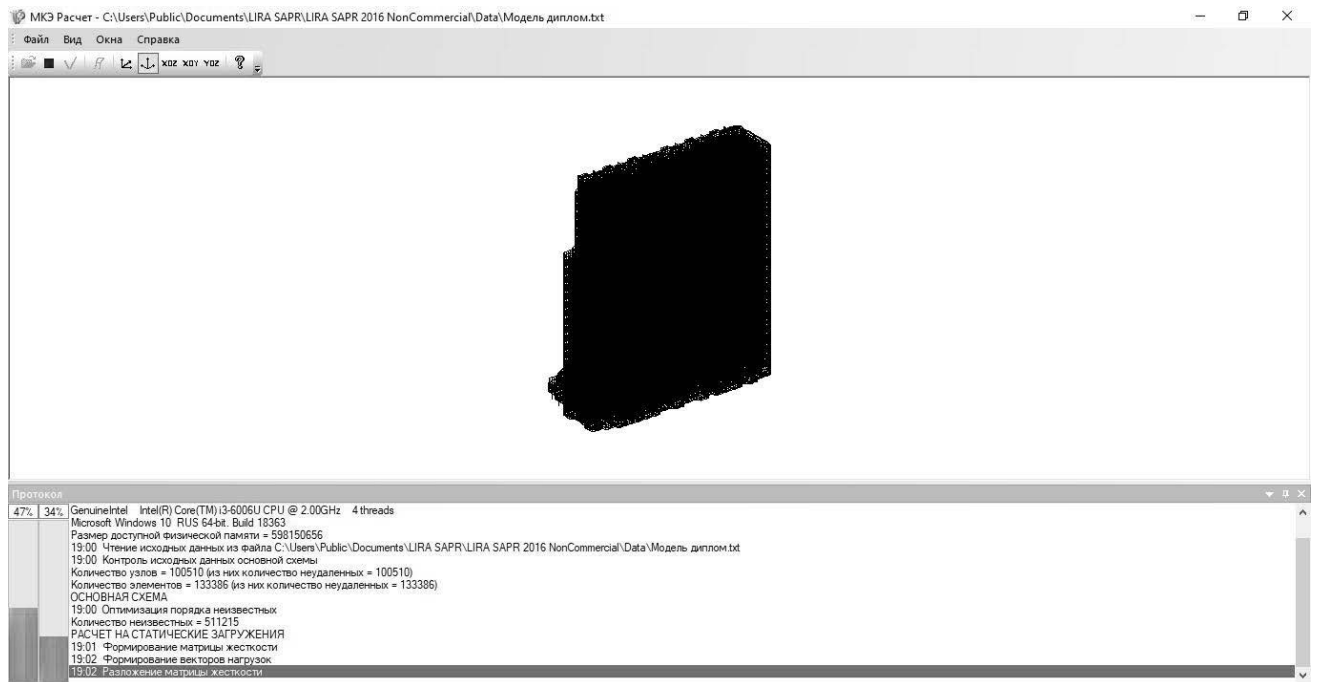


Рисунок 4.2 – Расчетная схема

#### 4.1.4 Результаты расчета

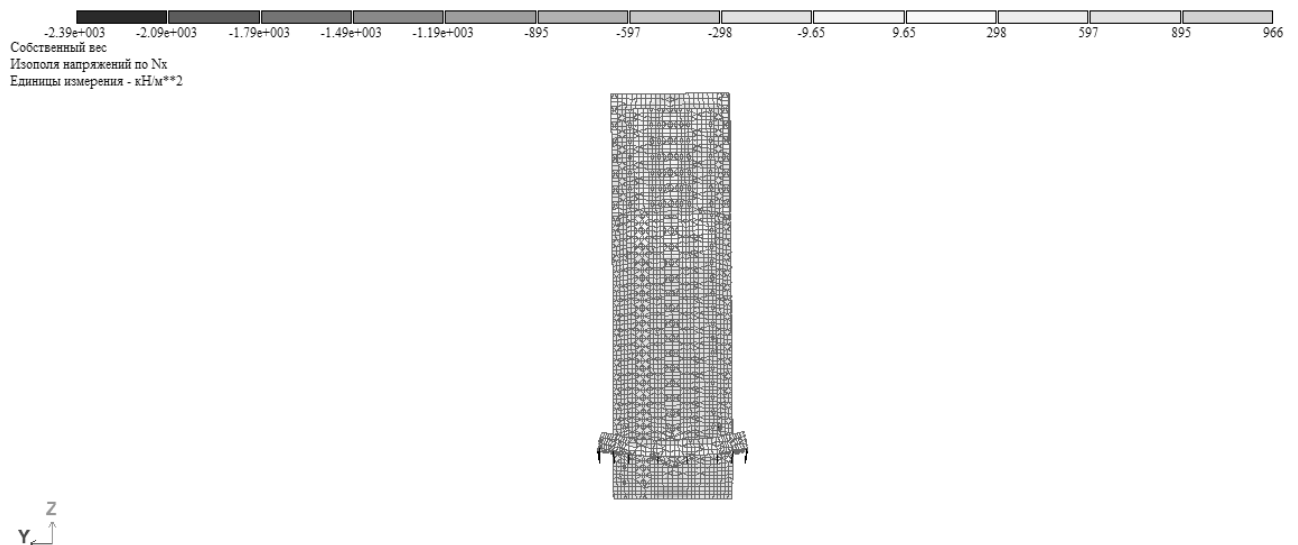


Рисунок 4.3 – Изополю напряжений по  $N_x$  от постоянной нагрузки (по оси YOZ)

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

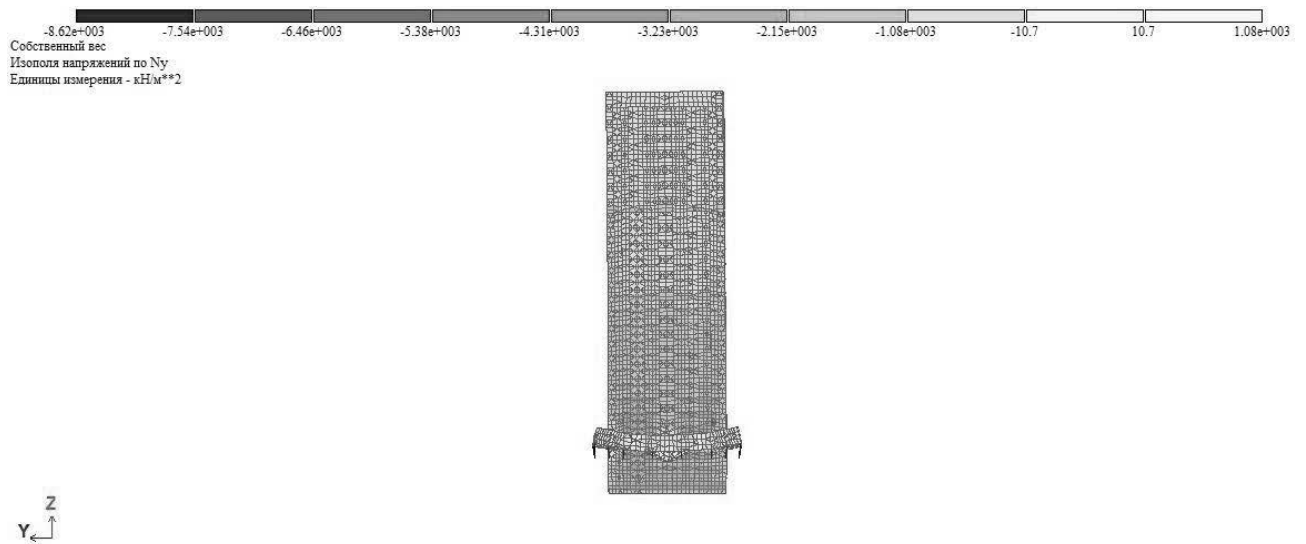


Рисунок 4.4 – Изополю напряжений по  $N_y$  от постоянной нагрузки (по оси YOZ)

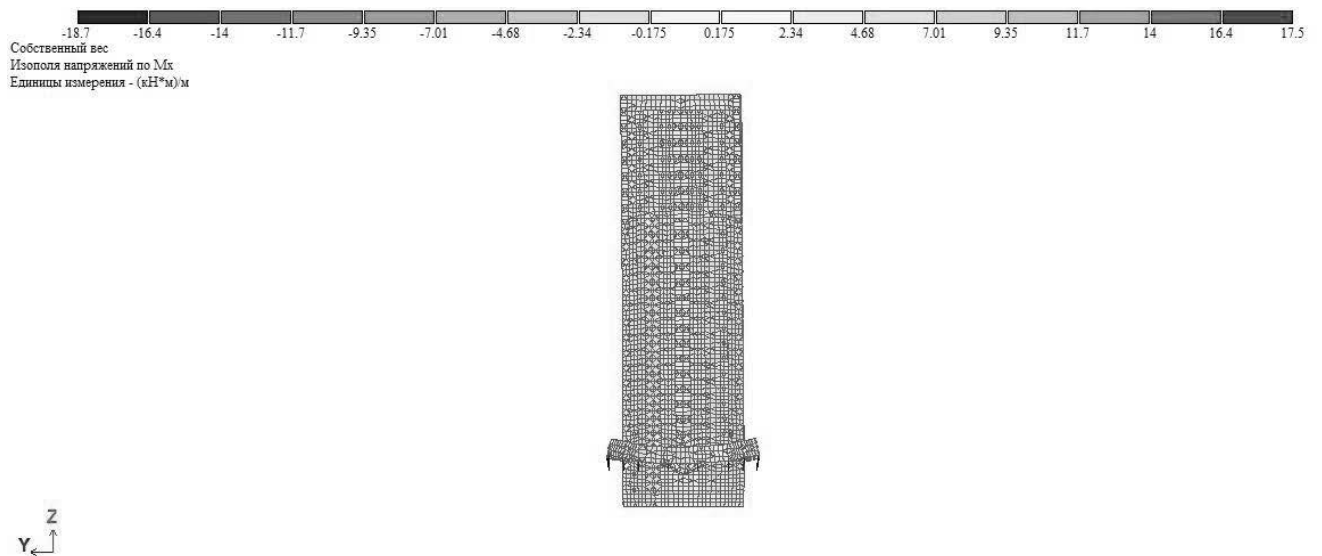


Рисунок 4.5 – Изополю напряжений по  $M_x$  от постоянной нагрузки (по оси YOZ)

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

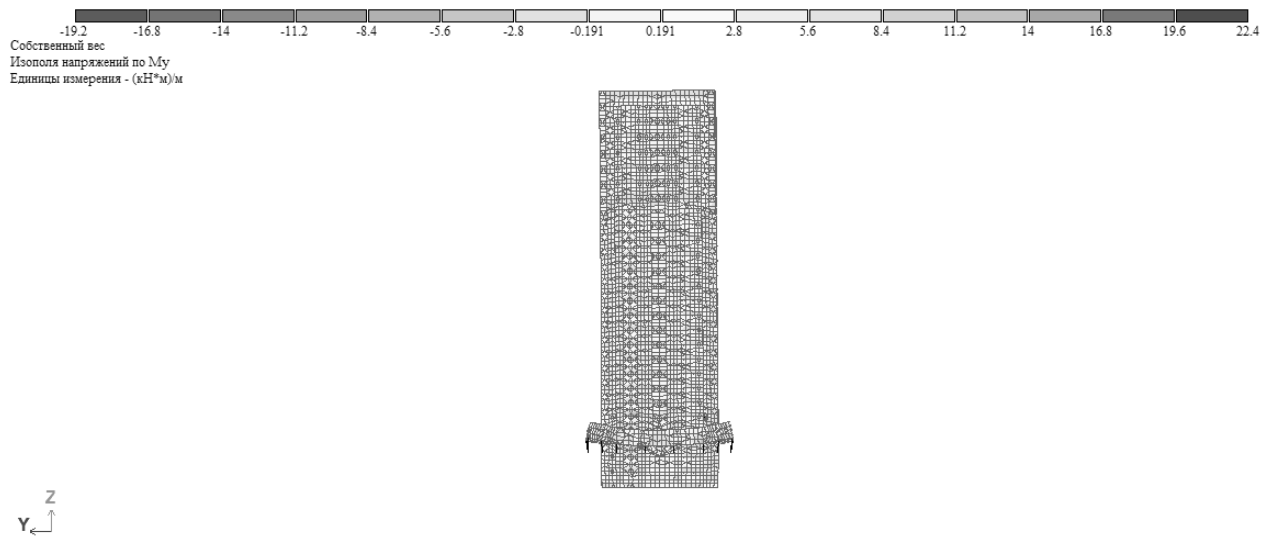


Рисунок 4.6 – Изополю напряжений по  $M_y$  от постоянной нагрузки (по оси YOZ)

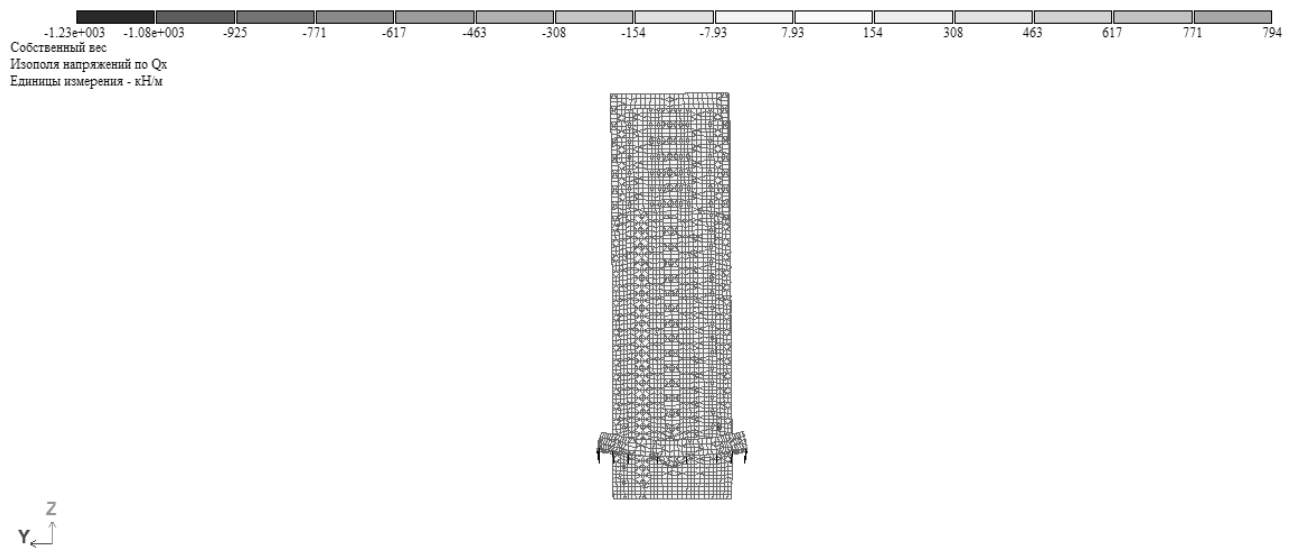


Рисунок 4.7 – Изополю напряжений по  $Q_x$  от постоянной нагрузки (по оси YOZ)

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФГТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

41

## 2) Плита перекрытия на отметки +3,300

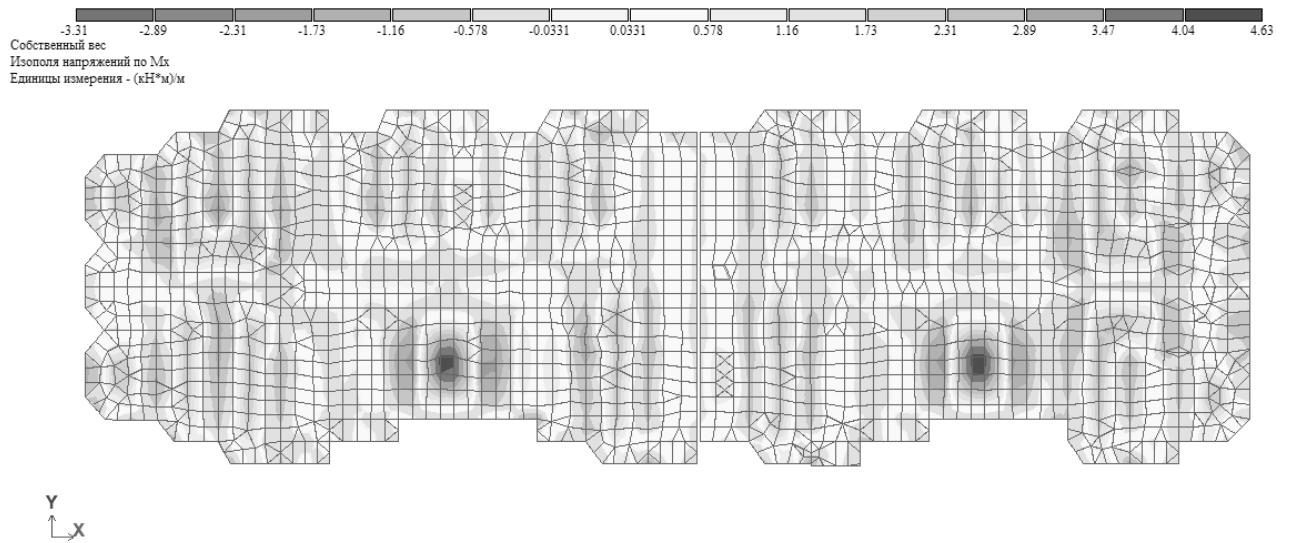


Рисунок 4.8 – Изополю напряжений по  $M_x$  от постоянного нагружения

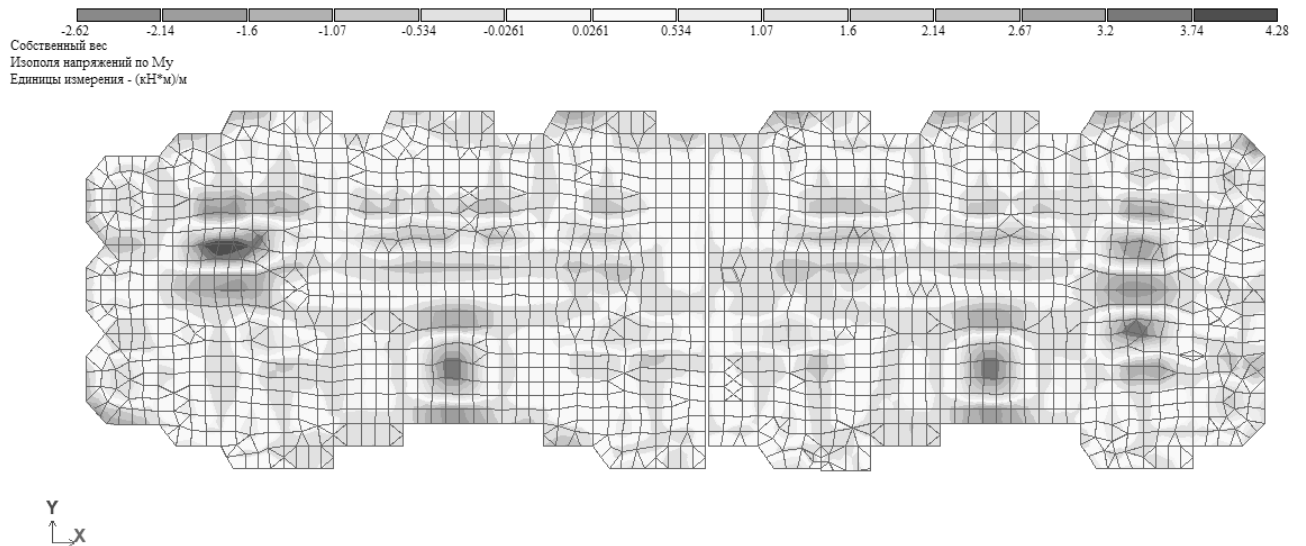


Рисунок 4.9 – Изополю напряжений по  $M_y$  от постоянного нагружения

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФГТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

42



Собственный вес  
 Изополя напряжений по  $M_{xy}$   
 Единицы измерения - (кН\*м)/м

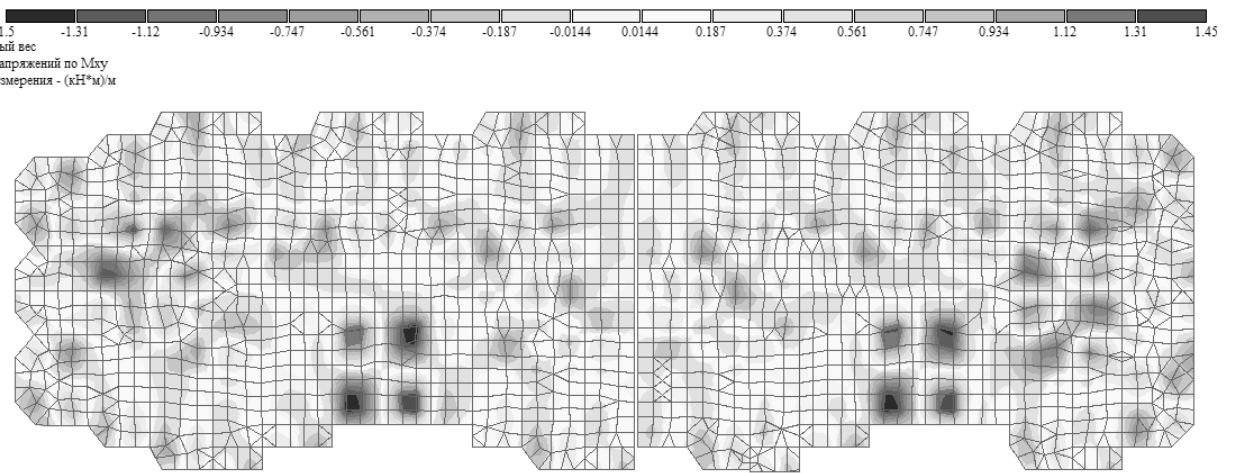


Рисунок 4.10 – Изополя напряжений по  $M_{xy}$  от постоянного нагружения

Собственный вес  
 Изополя напряжений по  $Q_x$   
 Единицы измерения - кН/м

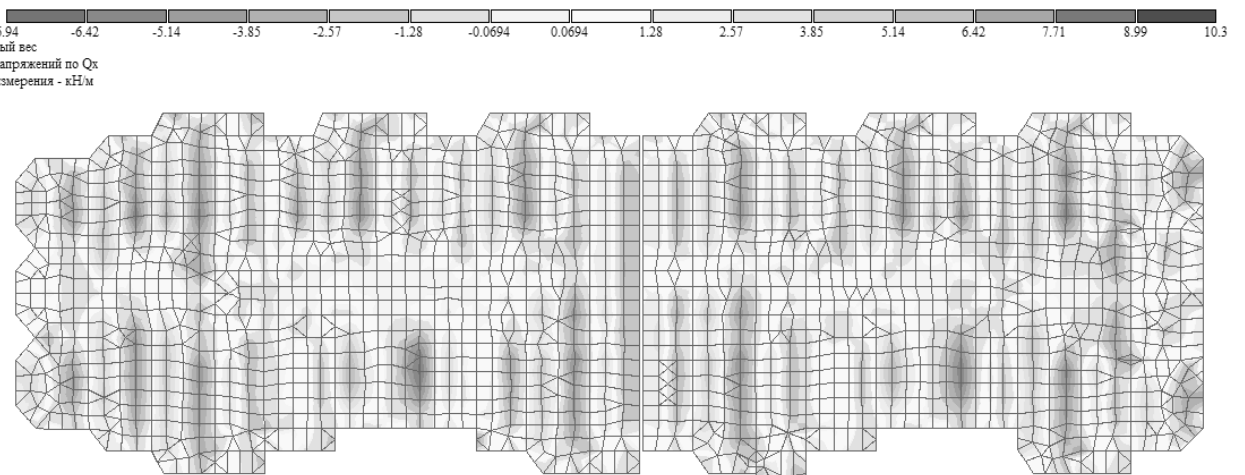


Рисунок 4.11 – Изополя напряжений по  $Q_x$  от постоянного нагружения

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

-9.95 -9.07 -7.77 -6.48 -5.18 -3.89 -2.59 -1.3 -0.0994 0.0994 1.3 2.59 3.89 5.18 6.48 7.77 9.07 10.4

Собственный вес  
Изополю напряжений по  $Q_y$   
Единицы измерения - кН/м

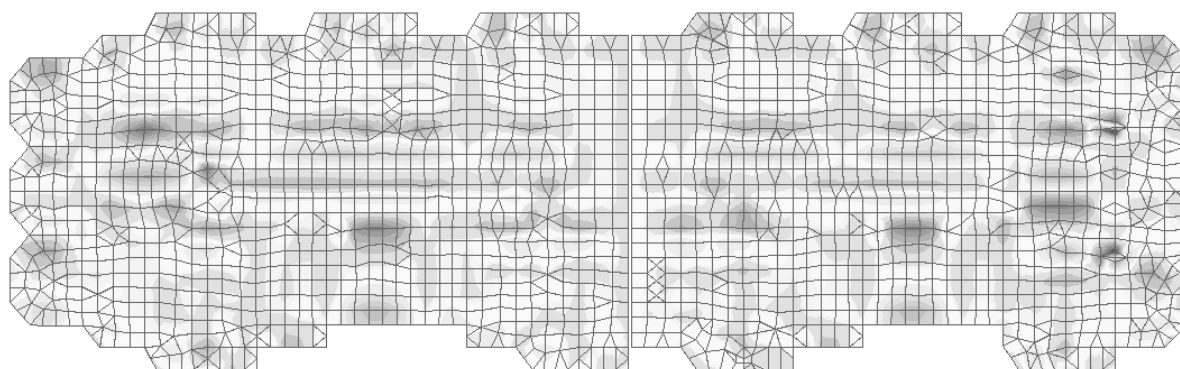


Рисунок 4.12 – Изополю напряжений по  $Q_y$  от постоянного нагружения

### 3) Фундаментная плита

-1.74 -1.72 -1.44 -1.15 -0.861 -0.574 -0.287 -0.0174 0.0174 0.287 0.574 0.861 1.15 1.44 1.72 2.01 2.3

Собственный вес  
Изополю напряжений по  $M_x$   
Единицы измерения - (кН\*м)/м

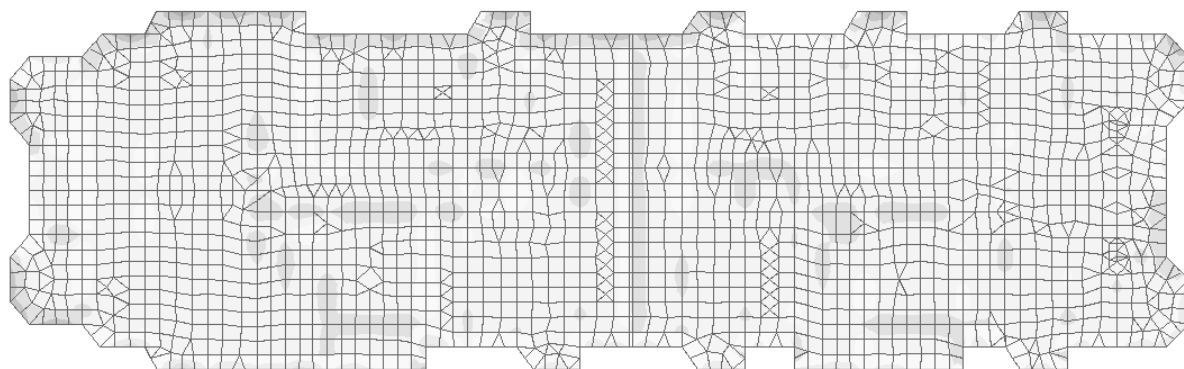
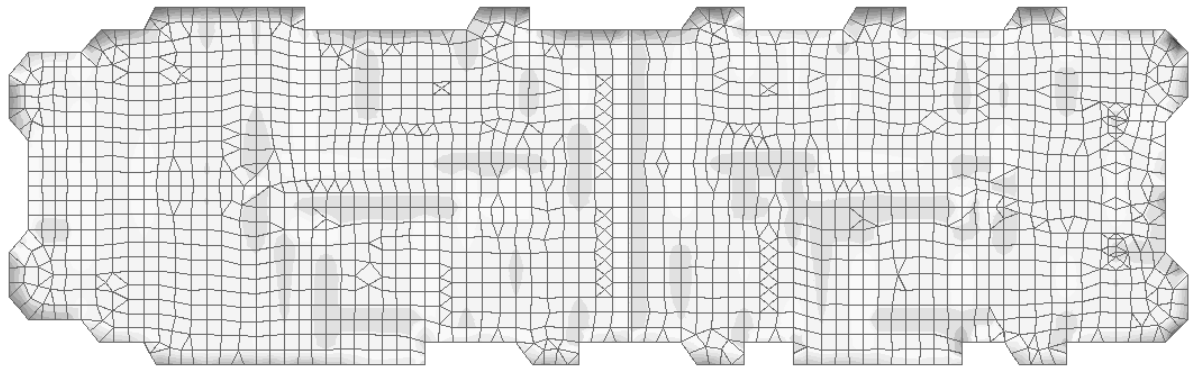


Рисунок 4.13 – Изополю напряжений  $M_x$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

-4.59 -4.01 -3.44 -2.87 -2.29 -1.72 -1.15 -0.573 -0.0408 0.0408 0.573 1.15 1.72 2.29 2.87 3.44 4.01 4.08

Собственный вес  
Изополя напряжений по  $M_y$   
Единицы измерения - (кН\*м)/м

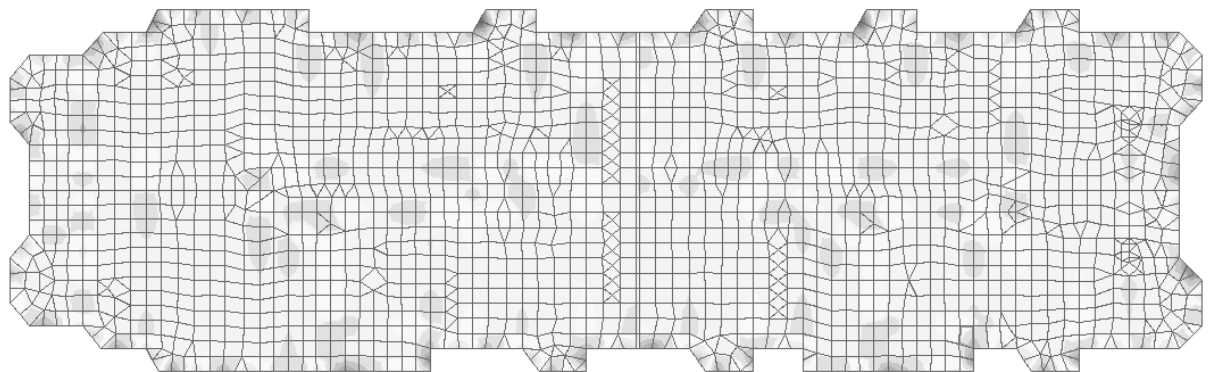


Y  
↑  
X

Рисунок 4.14 – Изополя напряжений  $M_y$

-2.04 -1.79 -1.53 -1.28 -1.02 -0.765 -0.51 -0.255 -0.0166 0.0166 0.255 0.51 0.765 1.02 1.28 1.53 1.66

Собственный вес  
Изополя напряжений по  $M_{xy}$   
Единицы измерения - (кН\*м)/м



Y  
↑  
X

Рисунок 4.15 – Изополя напряжений  $M_{xy}$

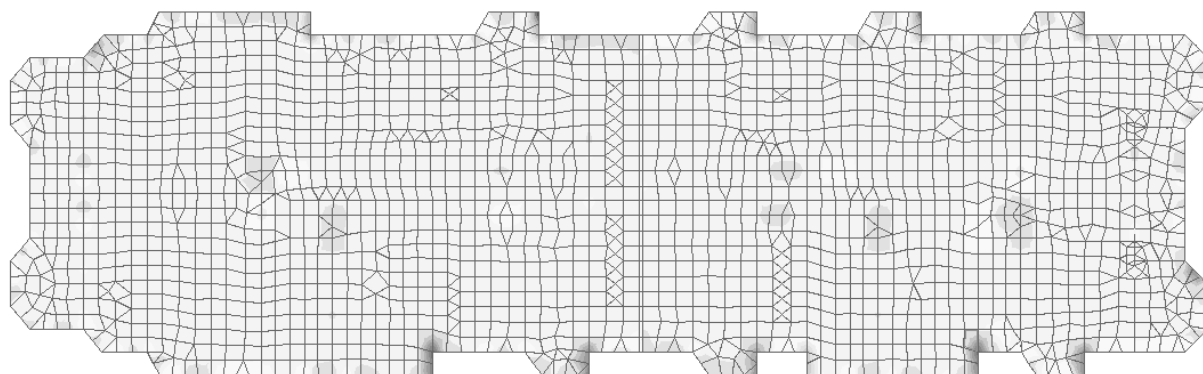
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФГТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

45

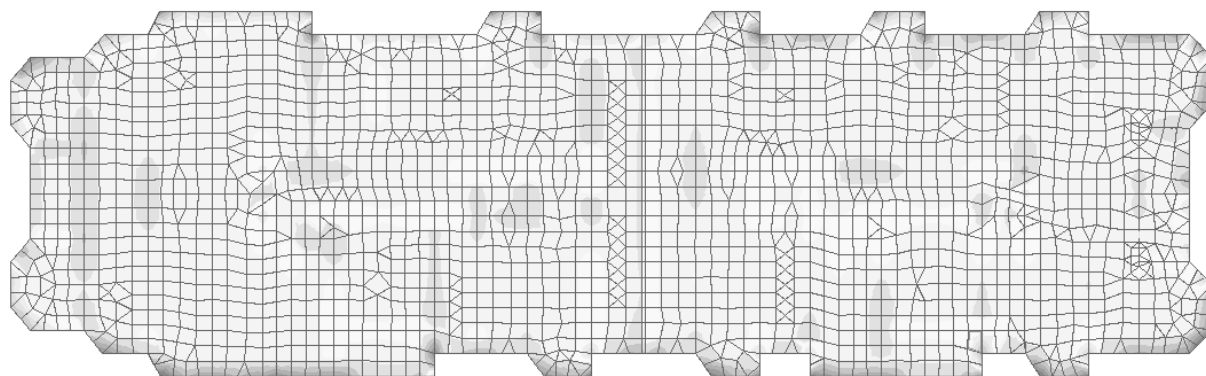
-15.7 -13.7 -13.1 -10.5 -7.85 -5.23 -2.62 -0.157 0.157 2.62 5.23 7.85 10.5 13.1 15.7 18.3 20.9  
Собственный вес  
Изополю напряжений по  $Q_x$   
Единицы измерения - кН/м



Y  
└─ X

Рисунок 4.16 – Изополю напряжений  $Q_x$

-14.9 -12.4 -9.96 -7.47 -4.98 -2.49 -0.149 0.149 2.49 4.98 7.47 9.96 12.4 14.9 17.4 19.9  
Собственный вес  
Изополю напряжений по  $Q_y$   
Единицы измерения - кН/м



Y  
└─ X

Рисунок 4.17 – Изополю напряжений  $Q_y$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФГТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

46

Собственный вес  
 Изополю перемещений по Z(G)  
 Единицы измерения - мм

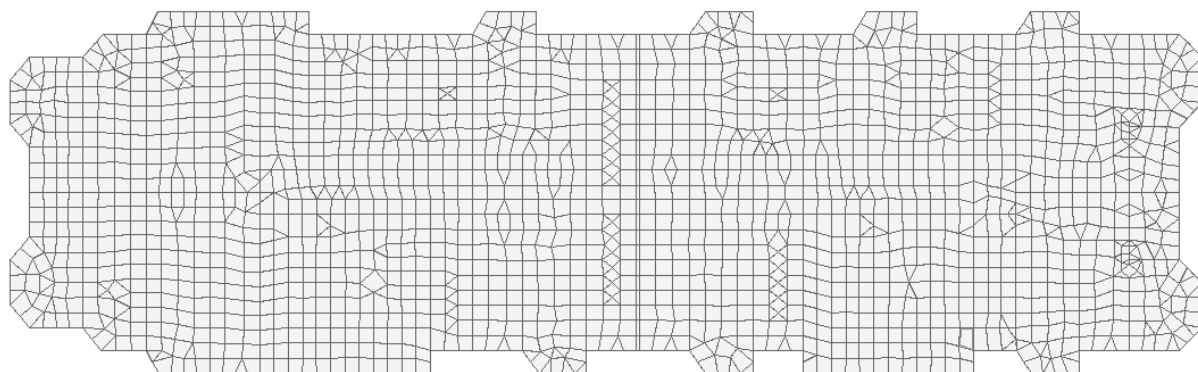


Рисунок 4.18 – Изополю перемещений фундаментной плиты плиты вдоль Z

#### 4) Монолитный каркас

Собственный вес  
 Изополю перемещений по X(G)  
 Единицы измерения - мм

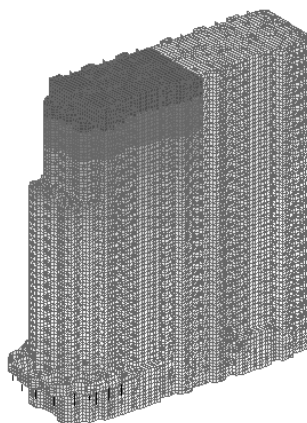


Рисунок 4.19 – Изополю перемещений по X

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФГТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

47

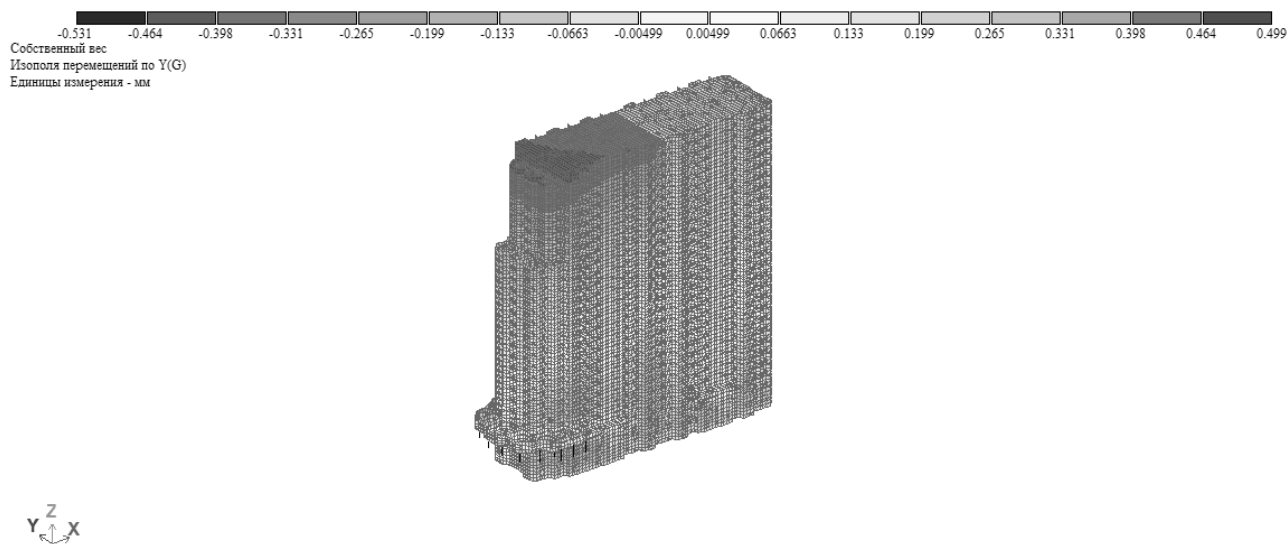


Рисунок 4.20 – Изополюс перемещений по Y

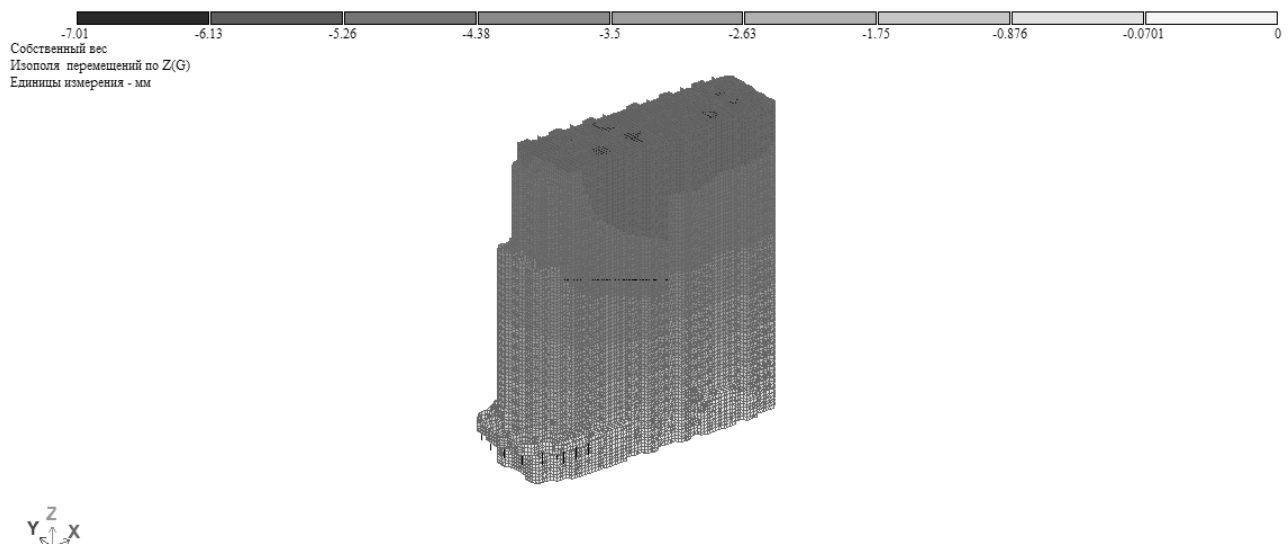


Рисунок 4.21 – Изополюс перемещений по Z

## 4.2 Расчет фундамента

### 4.2.1 Обоснование конструктивного решения

В проектируемом здании используются монолитный плитный фундамент из тяжелого бетона естественного твердения на естественном основании класса В30. Толщина плиты составляет 400 мм.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

48

Плита усилена горячекатанной арматурой периодического профиля из стали класса А-III расчетного диаметра. Армирование производится рабочей арматурой в двух направлениях в верхней и нижней гранях плиты.

В данном разделе рассчитывается фундаментная плита под все здание.

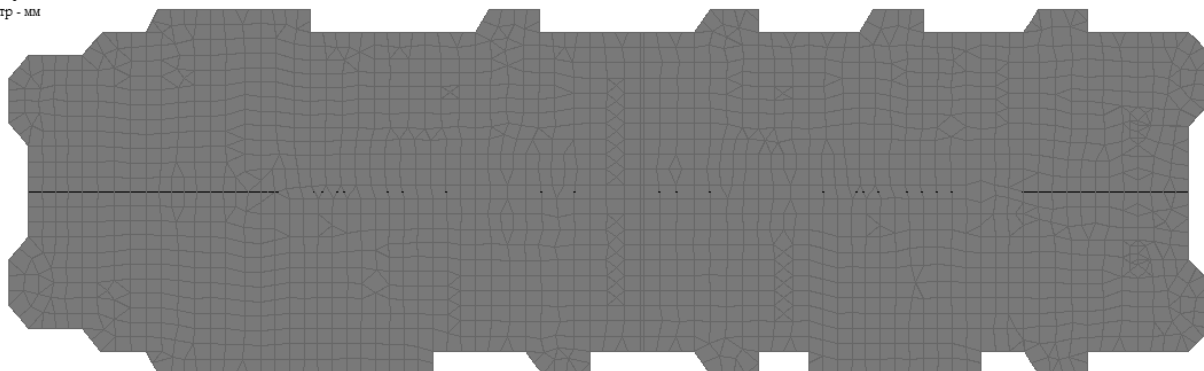
Расчет монолитной фундаментной плиты производили в ПК «ЛИРА». К фундаментной плите прилагалась постоянная нагрузка и кратковременная длительная.

Результат интенсивности армирования плиты по направлению местных осей X и Y у нижней и верхней грани можно представить графически рисунок 4.21-4.24.

- Верхнее армирование по оси Y: основное армирование диаметром 14 мм с шагом 100 мм; дополнительное армирование диаметром 16,18 мм.
- Верхнее армирование по оси X: основное армирование диаметром 14 мм с шагом 100 мм; дополнительное армирование диаметром 16,18 мм.
- Нижнее армирование по оси Y: основное армирование диаметром 16 мм с шагом 100 мм; дополнительное армирование диаметром 32, 36 мм с шагом 100 мм.
- Нижнее армирование по оси X: основное армирование диаметром 14 мм с шагом 100 мм; дополнительное армирование диаметром 36,45 мм с шагом 100 мм.

1 1.5 3

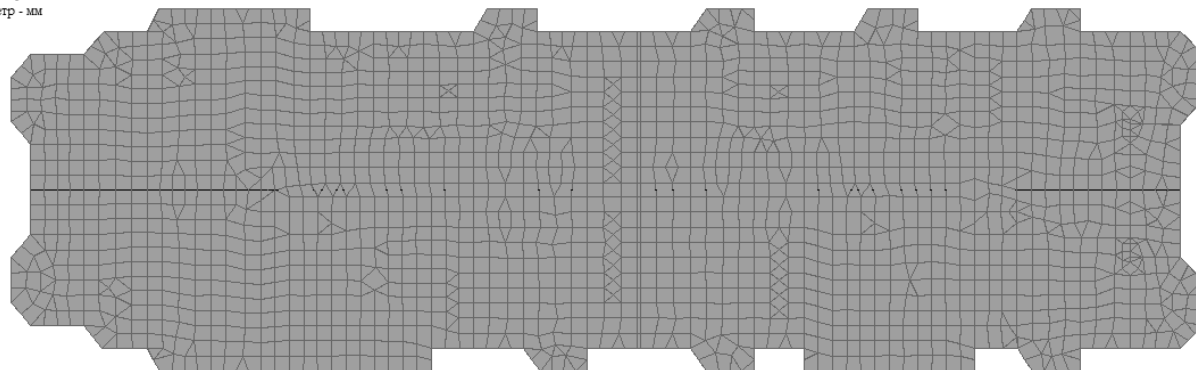
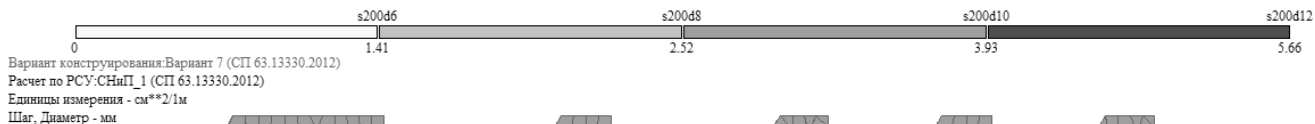
Вариант конструирования: Вариант 7 (СП 63.13330.2012)  
 Расчет по РСУ:СНиП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см\*\*2/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Y  
X

Площадь полной арматуры на 1м по оси X у верхней грани; максимум в элементе 3170

Рисунок 4.22 – Армирование монолитной фундаментной плиты по оси X  
 верхней грани



Y  
X

Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у верхней грани; максимум в элементе 3021

Рисунок 4.23 – Армирование монолитной фундаментной плиты по оси Y верхней  
 грани

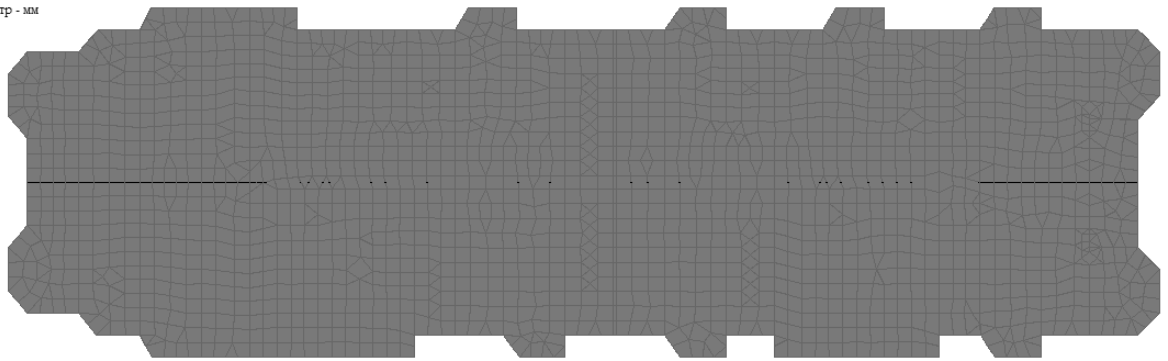
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист  
50

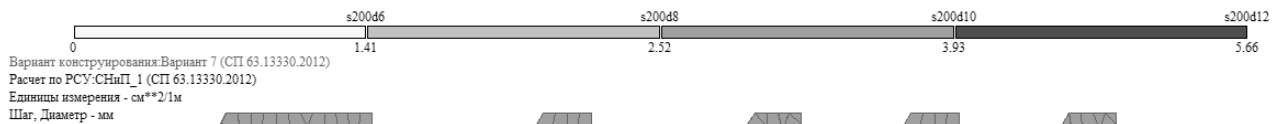


Вариант конструирования: Вариант 7 (СП 63.13330.2012)  
 Расчет по РСУ:СНиП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см\*\*2/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 3170

**Рисунок 4.24 – Армирование монолитной фундаментной плиты по оси X нижней грани**



Вариант конструирования: Вариант 7 (СП 63.13330.2012)  
 Расчет по РСУ:СНиП\_1 (СП 63.13330.2012)  
 Единицы измерения - см\*\*2/1м  
 Шаг, Диаметр - мм



Площадь полной арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 3021

**Рисунок 4.25 – Армирование монолитной фундаментной плиты по оси Y нижней грани**

#### 4.2.2 Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента выполняется в соответствии с учетом глубины сезонного промерзания грунта, теплового режима, положения уровня грунтовых вод, конструктивных особенностей сооружения и т.п.

Максимальная из полученных выше величин откладывает в масштабе по расчетной оси, и проверяются свойства грунта, на который будет опираться подошва фундамента.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Для района г.Волгограде нормативная глубина сезонного промерзания грунтов  $d_{fn} = 1,2$  м. Расчетная глубина сезонного промерзания грунтов определяется как

$$d_f = k_h \cdot d_{fn}, \quad (4.2)$$

где  $k_h$  - коэффициент влияния теплового режима сооружения:  $k_h = 0,7$

С учетом этого  $d_f = 0,7 \cdot 1,2 = 0,84$  м.

Кроме того, проверяется условие недопущения морозного пучения грунтов основания. Для этого вычисляется глубина расположения уровня подземных вод  $d_w$ . В ходе инженерно-геологических изысканий подземные воды встречены не были, следовательно, здесь ограничения отсутствуют.

При наличии подвалов минимальная глубина заложения фундамента должна составлять не менее 0,5 м от уровня планировки или от пола подвала.

Окончательно с учетом всех требований глубина заложения фундамента принимается равной  $d_f = 5$  м. Эту величину и откладываем на геологическом разрезе от метки планировки. Подошва фундамента имеет относительную отметку – 6,800 и абсолютную отметку 147,00 м. Основанием фундамента является слой супеси пластичной  $I_L = 0,32$ .

#### 4.2.3 Определение расчетного сопротивления грунта основания

Определить расчетное сопротивление грунта основания под фундаментной плитой. Габаритные размеры фундаментной плиты 30x82,8 м, толщина плиты 1,5 м. Грунт основания супесь пластичная  $I_L = 0,32$ , ненабухающий, непросадочный, слабопучинистый, с коэффициентом пористости  $e=0,54$  и естественной плотностью  $\rho = 2,04$  г/см<sup>3</sup>.

Расчетное сопротивление грунта находим по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma''_{II} + M_c \cdot c_{II}], \quad (4.3)$$

где  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$  –коэффициенты условий работы, принимаемые по таблицы 3 [5],

$\gamma_{c1} = 1,2, \gamma_{c2} = 1,1$ ;

$k$  – коэффициент надежности,  $k=1,0$ ;

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
							52
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		



#### 4.2.4 Расчет оснований по деформациям (расчет осадки методом линейно деформированного слоя)

В этом методе осадка определяется от всех составляющих напряжений, возникающих в основании, с учетом формы подошвы фундамента в плане. Величину осадки определяют по теории линейно деформируемого полупространства, но для ограниченной толщи грунта.

Методом используют в тех случаях, когда в пределах сжимаемой толщи основания  $H_c$ , определенной как для линейно деформируемого полупространства, залегает слой грунта с модулем деформации  $E \geq 100$  МПа и толщиной, удовлетворяющей условию:

$$h_1 \gg H_c \left( 1 - \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_1}} \right), \quad (4.5)$$

или с модулем деформации  $E > 10$  МПа при ширине фундамента  $b > 10$  м.

Толщина линейно деформируемого слоя  $H$  вычисляется по формуле:

$$H = (H_0 + \psi \cdot b) \cdot k_p, \quad (4.6)$$

где  $H_0$  и  $\psi$  – параметры, принимаемые для оснований, сложенных пылевато-глинистыми грунтами, соответственно 9 м и 0,15;

коэффициент  $k_p$  – находим по интерполяции  $k_p = 1,06$  при среднем давлении под подошвой фундамента  $p = 362$  кПа.

Расчет оснований по деформациям сводится к определению расчетных величин стабилизированных осадок и сравнению их с предельными, заданными для данного типа сооружений. При этом необходимо добиваться выполнения следующего условия:

$$S_{max} \leq S_{max,u}, \quad (4.7)$$

где  $S_{max}$  – максимальная величина осадки фундамента здания, полученная расчетом, см;

$S_{max,u}$  – предельно допустимое значение абсолютной осадки фундамента, определяемой по приложению 4 [3],  $S_{max,u} = 15$  см;

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Строится графическая схема, на которой изображаются контуры проектируемого фундамента, напластование грунтов, нижняя граница сжимаемой толщи.

Средняя осадка на слое конечной толщины определяется по формуле:

$$S = \frac{p \cdot b \cdot k_c}{k_m} \sum_{i=1}^n \frac{k_i - k_{i-1}}{E_i}, \quad (4.8)$$

где  $p$  – среднее давление под подошвой фундамента;

$b$  – ширина фундамента;

$k_c$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения мощности сжимаемой толщи к полуширине фундамента;

$k_m$  – коэффициент, принимаемый  $k_m=1,5$  при  $b>15$  м;

$k_i$  и  $k_{i-1}$  – коэффициенты определяемые в зависимости от формы фундамента и относительной глубины  $\varepsilon_i$ , на которой расположены подошва и кровля  $i$ -го слоя ( $\varepsilon_i=2z_i/b$  и  $\varepsilon_{i-1}=2z_{i-1}/b$ )

$E_i$  – модуль деформации  $i$ -го слоя грунта.

Определить с помощью метода линейного деформированного слоя среднюю осадку фундамента под многоэтажное здание, имеющего размеры в плане 30x82,8 м и среднее давление по подошве фундамента  $p=0,362$  МПа. Грунтовые условия приведены на рисунке (4.1).

Осадку для фундамента  $b>10$  м при модуле деформации  $E>10$  МПа до глубины более 20 м определяем применительно ко 2-му случаю метода линейно деформируемого слоя.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



$$H = 9,31 + \frac{13,965}{3} = 13,69 \text{ м.}$$

Найдем среднюю осадку по двум сечениям:

- сечение 1-1

Найдем значение коэффициентов  $k$ . Для первого слоя непосредственно под подошвой фундамента  $k_0=0$ ; на глубине 5,2 м при  $\xi_1=2 \cdot 5,2/30=0,352$  и  $\eta=88,85/30 \approx 3$  величина  $k_1=0,088$ . Для второго слоя на глубине 13,63 м при  $\xi_2=2 \cdot 13,65/30=0,91$ , величина  $k_1=0,231$ .

Коэффициент  $k_m$  при  $E > 10 \text{ МПа}$  и  $b > 15 \text{ м}$  принимаем  $k_m=1,5$ . Коэффициент  $k_c$  при относительной ширине слоя  $\xi=2 \cdot 13,65/30=0,91$  равен 1,4.

При этих условиях найдем осадку:

$$s = \frac{0,362 \cdot 30 \cdot 1,4}{1,5} \cdot \left( \frac{0,088 - 0}{17} + \frac{0,231 - 0,088}{21} \right) = 0,121 \text{ м} = 12,1 \text{ см.}$$

- сечение 2-2

Найдем значение коэффициентов  $k$ . Для первого слоя непосредственно под подошвой фундамента  $k_0=0$ ; на глубине 7,9 м при  $\xi_1=2 \cdot 7,9/30=0,526$  и  $\eta=88,85/30 \approx 3$ , величина  $k_1=0,1$ . Для второго слоя на глубине 13,65 при  $\xi_2=2 \cdot 13,65/30=0,91$ , величина  $k_1=0,231$ .

При условиях найдем осадку:

$$s = \frac{0,362 \cdot 30 \cdot 1,4}{1,5} \cdot \left( \frac{0,122 - 0}{17} + \frac{0,231 - 0,122}{21} \right) = 0,125 \text{ м} = 12,5 \text{ см}$$

- сечение 3-3

Найдем значение коэффициентов  $k$ . Для второго слоя непосредственно под подошвой фундамента  $k_0=0$ ; на глубине 7,57 м при  $\xi_1=2 \cdot 7,57/30=0,526$  и  $\eta=88,85/30 \approx 3$ , величина  $k_1=0,128$ . Для второго слоя на глубине 13,65 при  $\xi_2=2 \cdot 13,65/30=0,91$ , величина  $k_1=0,231$ .

При условиях найдем осадку:

$$s = \frac{0,362 \cdot 30 \cdot 1,4}{1,5} \cdot \left( \frac{0,128 - 0}{17} + \frac{0,231 - 0,128}{21} \right) = 0,126 \text{ м} = 12,6 \text{ см}$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Значение предельно допустимой осадки для данного типа здания (многоэтажное здание с железобетонным каркасом)  $s_u=18$  см, следовательно, основное условие второй группы предельных состояний по предельно допустимой средней осадке выполняется, так как

$$s=12,1 \text{ см}; s=12,5 \text{ см}; S=12,6 \text{ см} < s_u=18 \text{ см}.$$

Определяем относительную разность осадок:

$$\frac{\Delta S}{L} = \frac{12,1 - 12,5}{4000} = 0,0001$$

$$\frac{\Delta S}{L} = \frac{12,5 - 12,6}{4000} = 0,000025.$$

Предельно допустимая величина относительной разности осадок для многоэтажных зданий с полным железобетонным каркасом равна 0,0024.  $0,0001 < 0,0024$  – условие выполняется.

#### 4.2.5 Фундамент глубокого заложения

Основные размеры свайного фундамента принимаются исходя из геологического строения грунтов. По эпюре условных расчетных сопротивлений определяем, что несущим слоем служит слой песка крупного  $R_0=600$  кПа.

Устанавливается глубина заложения подошвы ростверка из конструктивных требований без учета промерзания грунта, инженерно – геологических особенностей площадки строительства, положение УГВ. При этом в первом приближении высота ростверка назначается на 0,4-0,5 м больше необходимой глубины заделки колонны в фундамент  $h_f$ , т.е.:

$$d_k = h_f + (0,4 - 0,5) \text{ м}, \quad (4.10)$$

$$d_k = 1,05 + 0,45 = 1,5 \text{ м}$$

$d_1$  – высота ростверка, принимается кратной 0,1.

$$d_1 = d_k = 1,5 \text{ м}.$$

Абсолютная отметка низа ростверка – 198,20 м.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Заглубления сваи  $h_3$  в опорный на 1 м. Исходя из этого, вычисляем расчетную высоту сваи, исчисляемую как расстояние от дна предполагаемого котлована до начала заострения:

$$h_p = h_1 + h_2 + h_3, \quad (4.11)$$

$$h_p = 2,8 + 8,3 + 1,1 = 12,2 \text{ м}$$

По ориентировочно рассчитанной длине, учитывая метод погружения, форму поперечного сечения, вид армирования, выбирается тип сваи (стандартная длина  $h_{св}$  при минимальных размерах поперечного сечения).

Выбираем квадратную в сечении сваю с ненапрягаемой арматурой марки С120.30, то есть длиной  $h_{св}=12$  м, размером поперечного сечения 0,30х0,30 м. Назначается величина заделки верхних концов свай в ростверк. При действии вертикальных и незначительно горизонтальных нагрузок эта величина принимается, равной 30 см, (5 см свая и 25 см выпуски арматуры).

С учетом этого вновь определяется расчетная длина сваи. В нашем случае:

$$h_p = h_{св} - 0,3 \text{ м}, \quad h_p = 12 - 0,3 = 11,7 \text{ м}$$

Фактическое заглубление в опорные слои песка крупного:

$h_k = h_p - h_1 - h_2 = 11,7 - 1,8 - 8,3 = 1,6 \text{ м}$ , что находится в установленных пределах. Значения расчетной длины сваи  $h_p = 11,7 \text{ м}$  откладывается на геологическом разрезе (рисунок 4.26).

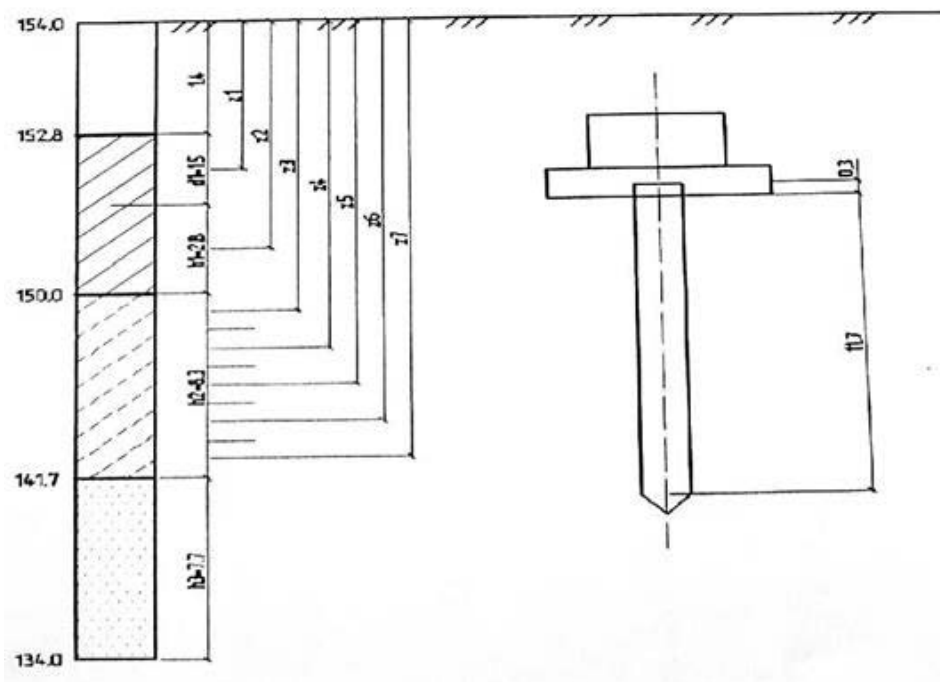


Рисунок 4.27 – расчетная схема сваи

Определяется несущая способность сваи из условия прочности грунта по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot \left( \gamma_{cr} \cdot R \cdot A + U \sum_{i=q}^n \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right) \text{ кН}, \quad (4.12)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте,  $\gamma_c = 1$ ;

$\gamma_{cr}, \gamma_{cf}$  – коэффициенты условий работы грунта соответственно по нижним концом и по боковой поверхности сваи, по [7]  $\gamma_{cr} = 1, \gamma_{cf} = 1$

$R$  - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа. Для песка гравелистого, при глубине понижения нижнего конца сваи равной 7,5 м  $R=2846$  кПа;

$f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта основания мощностью  $h_i$  по боковой поверхности сваи, принимаемого по [7, таблица 2] в зависимости от средней глубины расположения слоя грунта, кПа

$$Z_1 = 3,3 \text{ м}; f_1 = 35,9 \text{ кПа};$$

$$Z_2 = 5,03 \text{ м}; f_2 = 40,06 \text{ кПа};$$

$$Z_3 = 5,86 \text{ м}; f_1 = 41,72 \text{ кПа};$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$$Z_4 = 6,69 \text{ м}; f_4 = 42,69 \text{ кПа};$$

$$Z_5 = 7,52 \text{ м}; f_5 = 43,52 \text{ кПа};$$

$$Z_6 = 8,35 \text{ м}; f_6 = 44,35 \text{ кПа};$$

$$Z_7 = 9,18 \text{ м}; f_7 = 45,18 \text{ кПа};$$

$$Z_8 = 9,98 \text{ м}; f_8 = 45,98 \text{ кПа};$$

$A$  – площадь поперечного сечения сваи,  $\text{м}^2$ :

$$A = 0,3^2 = 0,09 \text{ м}^2.$$

$U$  – наружный периметр поперечного сечения сваи, м:

$$U = 4 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ м}.$$

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м:

$$h_1 = 1,8 \text{ м}, h_2 = 1,66 \text{ м}, h_3 = 1,66 \text{ м}, h_4 = 1,66 \text{ м}, h_5 = 1,66 \text{ м}, h_6 = 1,66 \text{ м}, h_7 = 1,66 \text{ м}, h_8 = 1,6 \text{ м}.$$

$$F_d = 1 \cdot [1 \cdot 28,46 \cdot 0,09 + 1,2(35,9 \cdot 1,8 + 40,06 \cdot 1,66 + 41,72 \cdot 1,66 + 42,69 \cdot 1,66 + 43,52 \cdot 1,66 + 44,35 \cdot 1,66 + 45,18 \cdot 1,66 + 45,98 \cdot 1,6)] = 934,512 \text{ кН}$$

Определяется расчетная нагрузка на сваю из условия прочности грунта по:

$$P = \frac{F_d}{\gamma_k}, \quad (4.13)$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент надёжности, назначаемый в зависимости от способа определения несущей способности сваи и равный  $\gamma_k = 1,4$ .

$$P = \frac{934,512}{1,4} = 667,508 \text{ кН}.$$

Определяется несущая способность сваи, работающей на сжатие, по условию прочности материала:

$$F_{dn} = \varphi(\gamma_c \cdot \gamma_b \cdot R_b \cdot A + R_{sc} \cdot A_a), \text{ кН} \quad (4.14)$$

где  $\varphi$  – коэффициент продольного изгиба,  $\varphi = 1$ ;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы, для свай большего сечения  $\gamma_c = 1$ ;

$\gamma_b$  – коэффициент условий работы бетона, для всех видов свай кроме буронабивных,  $\gamma_b = 1$ ;

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$R_b$  – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, принимаемое для свай из бетона класса В25  $R_b = 14,5 \text{ МПа} = 14500 \text{ кПа}$ ;

$A_a$  – площадь поперечного сечения рабочей арматуры,  $4\phi 12 \text{ А300 (А-II)}$  с расчетным сопротивлением сжатию  $R_{sc}=270 \text{ МПа}$  [8]  $\text{м}^2$ ,

$$A_a = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,012^2}{4} = 0,000452 \text{ м}^2$$

$$F_{dm} = 1(1 \cdot 1 \cdot 14500 \cdot 0,09 + 270000 \cdot 0,000452) = 305,0 + 122,0 = 1427 \text{ кН}$$

В расчете окончательно принимается меньшая величина из полученных  $P$ ,  $F_{dm}$ , т.е.,  $P=667,508$

Определяется ориентировочно количество свай в фундаменте как:

$$n = \frac{P}{N}, \quad (4.15)$$

$$n = \frac{667,508}{4403,176} = 0,151$$

По конструктивным соображениям принимаем одну сваю на прогонный метр. Исходя из этого получаем свайное поле 2407 свай и монолитную плиту 0,6 м.

Сравнение вариантов производится в экономическом разделе

#### 4.3 Расчет плиты перекрытия на продавливание

##### 4.3.1 Расчет на продавливание: колона посередине плиты

Методика расчета принята согласно СП 63.13330.2012 п.8.1.46 - 8.1.48.

Поперечная арматура не учитывается.

На плиту перекрытия давит сосредоточенная. Сосредоточенная – это не значит, что она приходит в точку, но площадь ее приложения ограничена небольшим участком. Необходимо выполнить расчет плиты перекрытия на продавливание.

Исходные данные.  $F = 9,14 \cdot 10^3 \text{ кг}$  см.табл.3.1,  $a = 3,0 \text{ см}$ ,  $h = 20,0 \text{ см}$ ,  $h_0 = 17,0 \text{ см}$ ,  $a_c = 40,0 \text{ см}$ ,  $b_c = 60,0 \text{ см}$ , бетон класса В25,  $\gamma_{bi} = 0,90$ ,  $R_{bt} = 10,71 \cdot 0,90 = 9,64 \text{ кг/см}^2$ .

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
							62
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Таблица 4.4 – Сбор нагрузок на 1 м<sup>2</sup> перекрытия

Наименование	Нормативная нагрузка	$\gamma$	Расчетная нагрузка
а) Постоянная			
- Собственный вес плиты толщиной 200 мм из бетона, $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$	4	1,1	4,4
- Слой звукоизоляционный толщиной 50 мм, $\gamma=800 \text{ кг/м}^3$	0,392	1,3	0,510
- Цементно-песчаная стяжка толщиной 50 мм, $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$	0,883	1,3	0,510
- Мозаичный наборный паркет толщиной 20 мм, $\gamma=700 \text{ кг/м}^3$	0,137	1,3	0,178
- нагрузка от перегородок и санитарно-технического оборудования	0,738	1,3	0,956
Итого	6,15	-	7,192
б) Полезная	1,5	1,3	1,95
Всего	7,65	-	9,142

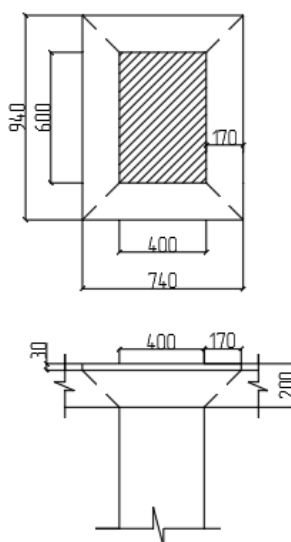


Рисунок 4.28– Колонна посередине плиты

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------

По формуле (4.15) определим, выдержит ли бетон плиты продавливающую силу.

$$F \leq F_{b,ult} = \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_0 \quad (4.16)$$

где  $F$  – продавливающая сила;

$\alpha$  – коэффициент, принимаемый равным для тяжелого бетона 1,0;

$u_m$  – среднеарифметическое значение параметров верхнего и нижнего оснований пирамиды, образующейся при продавливании в пределах рабочей высоты сечения.

$$u_m = 2(h_c + h_0 + a_c + b_c), \quad (4.17)$$

$$u_m = 2(17 + 17 + 40 + 60) = 268 \text{ см}$$

$$F_{b,ult} = 1 \cdot 9,64 \cdot 268 \cdot 17 = 43,92 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$F = 9,14 \cdot 10^3 \text{ кг} < F_{b,ult} = 43,92 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Условие выполняется с большим запасом, по расчету на продавливание установка дополнительной арматуры не требуется.

### 3.2.2 Расчет на продавливание: колонна рядок с краем плиты

Методика расчета принята согласно СП 63.13330.2012 п.8.1.46 - 8.1.50. Рассматривается случай, когда поперечная арматура распложена равномерно вдоль расчетного контура продавливания.

Исходные данные.  $F = 9,14 \cdot 10^3$  кг (снизу вверх),  $a = 3,0$  см,  $h = 20,0$  см,  $h_0 = 17,0$  см,  $a_{cy} = 40,0$  см,  $b_{cx} = 60,0$  см, бетон класса В25,  $\gamma_{bi} = 0,90$ ,  $R_{bt} = 10,71 \cdot 0,90 = 9,64$  кг/см<sup>2</sup>, арматура класса А400,  $A_{sw} = 1,06$  см<sup>2</sup>,  $s_w = 10,0$  см,  $R_{sw} = 2855$  кг/см<sup>2</sup>,  $x_a = 150$  см.

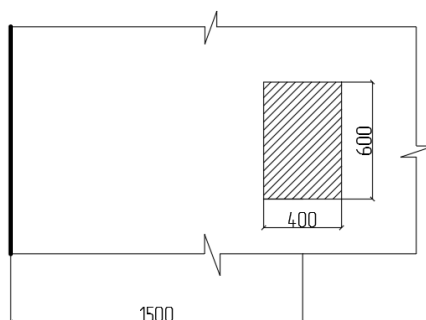


Рисунок 4.29 - Колонна рядок с краем плиты

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Геометрические характеристики контура продавливания:

$$L_x = X_a + \frac{b_{cx}}{2} + \frac{h_0}{2}, \quad (4.18)$$

$$L_x = 150 + \frac{40}{2} + \frac{17}{2} = 178,5 \text{ см}$$

$$L_y = a_{cy} + h_0, \quad (4.19)$$

$$L_y = 60 + 17 = 77 \text{ см}$$

Площадь расчетного поперечного сечения:

$$A_b = u \cdot h_0, \quad (4.20)$$

где  $u$  – периметр контура расчетного поперечного сечения;

$h_0$  – приведенная рабочая высота сечения

$$u = 2L_x + L_y = 2 \cdot 178,5 + 77 = 434 \text{ см}$$

$$A_b = 434 \cdot 17 = 7378 \text{ см}^2$$

$$S_x = 2L_x \left( \frac{L_x}{2} - x_a \right) + L_y \cdot \frac{b_{cx} + h_0}{2}, \quad (4.21)$$

$$S_x = 2 \cdot 178,5 \cdot \left( \frac{178,5}{2} - 150 \right) + 77 \cdot \frac{40 + 17}{2} = -19493,2 \text{ см}^2$$

$$x_c = \frac{S_x}{u} = \frac{-19493,2}{434} = -44,92 \text{ см}$$

$$y_c = 0 \text{ см}$$

$$I_{bx} = \frac{L_x^3}{6} + 2 \cdot L_x \cdot \left( x_a + x_c - \frac{L_x}{2} \right)^2 + L_y \cdot (L_x - x_a - x_c)^2, \quad (4.22)$$

$$I_{bx} = \frac{178,5^3}{6} + 2 \cdot 178,5 \cdot \left( 150 - \frac{178,5}{2} \right)^2 + 77 \cdot (178,5 - 150 - (-44,92))^2 = 1452430 \text{ см}^3$$

$$I_{by} = \frac{L_y^3}{12} + \frac{L_x \cdot L_y^2}{2}, \quad (4.23)$$

$$I_{by} = \frac{77^3}{12} + \frac{178,5 \cdot 77^2}{2} = 567208 \text{ см}^2$$

Моменты сопротивления для наиболее удаленной точки  $x_{max} = 105,08 \text{ см}$ .

$$W_{bx} = \frac{I_{bx}}{x_{max}} = \frac{1452430}{105,08} = 13822 \text{ см}^2$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$$W_{by} = 2 \frac{I_{by}}{L_y} = 2 \cdot \frac{567208}{77} = 14733 \text{ см}^2$$

Учет эксцентриситета приложения продавливающего усилия:

$$M_x = |M_x + F \cdot x_c|, \quad (4.24)$$

$$M_x = |0 + 9,14 \cdot 10^3 \cdot (-44,92)| = 4,11 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_y = |M_y + F \cdot y_c|, \quad (4.25)$$

$$M_y = |0 + 9,14 \cdot 10^3 \cdot 0| = 0 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$F = |F| = 9,14 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Вычисление компонентов предельной несущей способности.

$$F_{b,ult} = R_{bt} \cdot A_b = 9,64 \cdot 7378 = 71,1 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$M_{bx,ult} = R_{bt} \cdot W_{bx} \cdot h_0 = 9,64 \cdot 13822 \cdot 17 = 22,64 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_{by,ult} = R_{bt} \cdot W_{by} \cdot h_0 = 9,64 \cdot 14733 \cdot 17 = 24,13 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

Усилие в поперечной арматуре:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_w}, \quad (4.26)$$

$$q_{sw} = \frac{2855 \cdot 1,06}{10} = 302,65 \text{ кг/см}$$

Усилие  $F_{sw,ult}$ , воспринимаемое поперечной арматурой, нормальной к продольной оси элемента и расположенной равномерно вдоль контура расчетного поперечного сечения, определяют по формуле:

$$F_{sw,ult} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot u, \quad (4.27)$$

$$F_{sw,ult} = 0,8 \cdot 302,65 \cdot 434 = 105,08 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$F_{sw,ult} = 105,08 \cdot 10^3 \text{ кг} \geq 0,25 F_{b,ult} = 0,25 \cdot 71,1 \cdot 10^3 = 17,77 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Условие выполняется

$$F_{sw,ult} = 105,08 \cdot 10^3 \text{ кг} \leq F_{b,ult} = 71,1 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Условие не выполняется, поэтому принимается:

$$F_{sw,ult} = F_{b,ult} = 71,1 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$F_{ult} = F_{b,ult} + F_{sw,ult} = 71,10 \cdot 10^3 + 71,10 \cdot 10^3 = 142,19 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$W_{sw,x} = W_{bx} = 13822 \text{ см}^2, \quad W_{sw,y} = W_{by} = 14733 \text{ см}^2$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



$$M_{sw,x,ult} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot W_{sw,x} = 0,8 \cdot 302,65 \cdot 13822 = 33,46 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_{sw,y,ult} = 0,8 \cdot q_{sw} \cdot W_{sw,y} = 0,8 \cdot 302,65 \cdot 14733 = 35,67 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_{sw,x,ult} = 33,46 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см} \leq M_{b,x,ult} = 22,64 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

Условие не выполняется, поэтому принимается:

$$M_{sw,x,ult} = M_{b,x,ult} = 22,64 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_{sw,y,ult} = 35,67 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см} \leq M_{b,y,ult} = 24,13 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

Условие не выполняется, поэтому принимается:

$$M_{sw,y,ult} = M_{b,y,ult} = 24,13 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_{x,ult} = M_{b,x,ult} + M_{sw,x,ult} = 22,64 \cdot 10^5 + 22,64 \cdot 10^5 = 45,28 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$M_{y,ult} = M_{b,y,ult} + M_{sw,y,ult} = 24,13 \cdot 10^5 + 24,13 \cdot 10^5 = 48,27 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$\frac{M_x}{M_{x,ult}} + \frac{M_y}{M_{y,ult}} = \frac{4,11 \cdot 10^5}{45,28 \cdot 10^5} + \frac{0}{48,27 \cdot 10^5} = 0,091 \leq \frac{F}{2F_{ult}} = \frac{9,14 \cdot 10^5}{2 \cdot 142,19 \cdot 10^3} = 0,032$$

$$\frac{M_x}{M_{x,ult}} + \frac{M_y}{M_{y,ult}} = 0,032$$

$$\frac{F}{F_{ult}} + \frac{M_x}{M_{x,ult}} + \frac{M_y}{M_{y,ult}} = \frac{9,14 \cdot 10^5}{142,19 \cdot 10^3} + 0,032 = 0,096 \leq 1$$

Условие выполняется. Прочность обеспечена.

Вывод по разделу четыре:

Целью данного раздела является: расчет каркаса здания с помощью программы САПФИР, анализ результатов расчета, армирование стены и плиты перекрытия.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

### 5.1 Земляные работы

В технологической карте на земляные работы приведен пример разработки котлована с параметрами:

- длина 84 м; ширина 31 м; глубина 6,8 м;
- заложение откосов 1:0,25.
- Объем растительного слоя грунта – 2802 м<sup>3</sup>;
- Объем разработки грунта II группы – 17897 м<sup>3</sup>.

#### 5.1.1 Организация и технология строительного процесса

5.1.2 Настоящий комплекс – механизированный технологический процесс входят подготовительные и основные операции.

5.1.3 К подготовительным операциям относится: геодезическая разбивка контура котлована с установкой разбивочных знаков и реперов; осуществление мероприятий по ограждению котлована от поступления поверхностных вод; устройство освещения котлована и временных землевозных дорог.

5.1.4 К основным операциям относится: разработка грунта растительного слоя; разработка грунта в котловане.

5.1.5 Состав вариантов комплексов машин, применяемых для выполнения основных операций, приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Состав вариантов комплексов машин

Технологические операции	Наименование машин
Разработка грунта растительного слоя	Бульдозер ДЗ-110А
	Экскаватор Volvo 480 обратная лопата
	Автогрейдер ДЗ-31-1
	Автомобиль-самосвал КамАЗ-5511

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Окончание таблицы 4.1

Технологические операции	Наименование машин
Разработка грунта в котловане	Экскаватор Volvo 480 обратная лопата (с зачистным устройством) Автомобиль-самосвал КамАЗ-5511 Бульдозер ДЗ-110А Пневмокоток ДУ-16В Автогрейдер ДЗ-31-1

5.1.6 Технология производства работ

Разработка растительного слоя грунта выполняется бульдозером ДЗ-110А с перемещением грунта I группы на расстояние до 30 м в промежуточные валы. Грунт грузится в автомобили-самосвалы КамАЗ-5511 экскаватором Volvo 480. Экскаватор оснащён обратной лопатой с ковшем вместимостью 1,0 м<sup>3</sup>. Слой растительного грунта транспортируется в заповедник на расстоянии 1 км.

Разработка грунта II группы в котловане осуществляется с помощью экскаватора ЭО-4121Б. Грунт загружается на автомобили-самосвалы КамАЗ-5511 и транспортируется в отвал на 2 км. Экскаватор должен быть оснащён зачистным устройством. Использование зачистного устройства устраняет ручные работы при зачистке недобора.

Временные землевозные дороги изготавливаются из шлака или из другого местного строительного материала с помощью бульдозера ДЗ-110А выравниваются слоем 0,3 м и уплотняются пневмокотком ДУ-16В и постоянно поддерживаются в хорошем состоянии с помощью автогрейдера ДЗ-31-1.

5.1.6 Разработка грунта в котловане выполняется (при работе в одну смену) следующим составом:

Машинисты экскаватора 6 разряда – 2

Машинист бульдозера 6 разряда – 1

Машинист пневмокотка 6 разряда – 1

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		69

Машинист автогрейдера 6 разряда – 1

Водители автомобилей-самосвалов III класса – 4

### 5.1.7 Материально-технические ресурсы

Потребность в машинах, оборудовании, инструментах и приспособлениях приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 – Потребность в машинах, оборудовании

Наименование машин, оборудование, инструментов и приспособлений	Тип	Марка ГОСТ	Кол-во машин, шт.	Техническая характеристика
Экскаватор универсальный	Одноковшовый гидравлический на гусеничном ходу	Volvo 480	2	Оборудован обратной лопатой. Вместимость ковша 3,4 м <sup>3</sup>
Бульдозер с неповоротным отвалом, управление гидравлическое	На тракторе класса 10 т	ДЗ-110А	1	Трактор Т.130.1.Г-1. Длина отвала 3220 мм
Автогрейдер среднего типа	Самоходный	ДЗ-31-1 ГОСТ 9420-79	1	Мощность двигателя 96 кВт. Длина отвала 3700 мм

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФГТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

70

## Окончание таблицы 4.2

Наименование машин	Тип	Марка ГОСТ	Количество машин, шт.	Техническая характеристика
Каток	Пневмоколесный полуприцепной	ДУ-16В	1	Тягач МоАЗ-546А. Масса 25,9 т. Ширина уплотняемой полосы 2620 мм.
Автомобиль-самосвал	Трехосный	КамАЗ-5511	4	Грузоподъемность 10 т
Теодолит		Т-15 ГОСТ 10529-86	1	
Нивелир		Н-10 ГОСТ 10528-76	1	
Рейка нивелирная		РН-10 ГОСТ 11158-83	2	
Вешка геодезическая	Стандартная		3	
Рулетка измерительная металлическая	Стандартная	РС-20 ГОСТ 7502-80	1	

## 5.1.8 Техника безопасности

При выполнении работ по разработке котлована необходимо руководствоваться [18]; [21]; [28]; [29]; [30]; [31].

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		71

## 5.2 Технология возведения подземной части здания

### 5.2.1 Область применения

Технологическая карта предназначена для организации труда рабочих при возведении монолитной фундаментной плиты 28-этажного жилого дома.

Фундаментная плита располагается на бетонной подготовке из бетона класса В7,5 толщиной 250 мм, размерами в плане 82,85x29,5 м и толщиной 1,5 м.

Устройство монолитной фундаментной плиты выполняется с помощью автобетононасоса и автобетоносмесителей, доставляющих бетонную смесь на строительную площадку.

В состав работ, рассмотренных в технологической карте, входят:

- устройство опалубки монолитной фундаментной плиты;
- армирование фундаментной плиты;
- бетонирование фундаментной плиты;
- уход за бетоном;
- распалубка;
- приемка конструкции.

### 5.2.2 Организация и технология выполнения работ

1. Устройство монолитной железобетонной плиты следует осуществлять в соответствии с рабочими чертежами конструкции плиты с соблюдением правил производства и приемки работ согласно СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

2. До начала производства работ по устройству фундаментной плиты должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- устроены временные автодороги, подъезды и проезды;
- возведены все необходимые временные здания и сооружения;
- выполнены противопожарные мероприятия;

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		72



Таблица 5.4 – калькуляция затрат труда

Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Обоснование ЕНиР	Н <sub>вр</sub> чел (маш)/ час	Затр. труда чел.-см	Состав звена
1	2	3	4	5	6	7
1. Устройство бетонной подготовки	1м <sup>3</sup>	625	Е4-1-49А	0,34	26,56	Бетонщик 4р-1, 2р-1
2. Установка опалубки	1м <sup>2</sup>	2792	Е4-1-34А	0,51	178	Плотник 4р-1, 2р-1
3. Установка арматурных каркасов вручную до 50 кг	1шт	1544	Е4-1-44Б	0,24	46,32	Арматурщик 3р-1; 2р-2
4. Установка отдельных арматурных стержней	1т	170	Е4-1-46	5,8	123,3	Арматурщик 4р-1; 2р-1
5. Сварка узлов соединений арматуры	1т	52,7	Е4-1-46	4,35	28,66	Электро сварщик ручной сварки 3р-1, 2р-1

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------



## Окончание таблицы 5.4

Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Обоснование ЕНиР	Н <sub>вр</sub> чел (маш)/ час	Затр. труда чел.-см	Состав звена
6.Подача бетон. смеси к месту укладки бетононасосом	100м <sup>3</sup>	36,66	Е4-1-48В	18	82,49	Бетонщик 2р-1
7.Укладка бетонной смеси	1м <sup>3</sup>	3666	Е4-1-49А	0,34	155,8	Бетонщик 4р-1, 2р-1
8.Уход бетонной поверхностью	100м <sup>2</sup>	24,44	Е4-1-54	0,62	1,89	Бетонщик 2р-1
9.Демонтаж опалубки	1м <sup>2</sup>	2792	Е4-1-34А	0,16	55,84	Плотник 4р-1, 2р-1

## 5.2.3 Выбор машин, механизмов и технологической оснастки

## 5.2.3.1 Выбор необходимых машин

Выбор рационального способа укладки бетонной смеси определяется технико-экономическими показателями, главным из которых является себестоимость и трудозатраты 1м<sup>3</sup> уложенной бетонной смеси.

Использование бетононасосов наиболее целесообразно при интенсивности укладки бетонной смеси не менее 60 м<sup>3</sup>. При объеме укладки 1000-3000 м<sup>3</sup> и рассредоточенном бетонировании целесообразно использовать стационарный бетононасос с распределительной стрелой.

Определение объема бетона, укладываемого в смену:

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		75

$$V_{см} = \frac{8 \cdot n}{H_{вр}}, \quad (5.1)$$

где  $V_{см}$  – объем бетона, укладываемого в смену,

$n$  – состав бригады (звена), чел.,

$H_{вр}$  – норма времени на укладку бетона, чел.-ч (по ЕНиР).

Требуемая производительность стационарного бетононасоса равна объему бетонной смеси, укладываемой в смену.

Принимаем стационарный бетононасос BSA 1409 D RF. Его технические характеристики:

- максимальный объем подачи 94 м<sup>3</sup>/ч;
- высота подачи 120-130 м;
- диаметр цилиндра 200 мм;
- мощность двигателя 140 кВт.

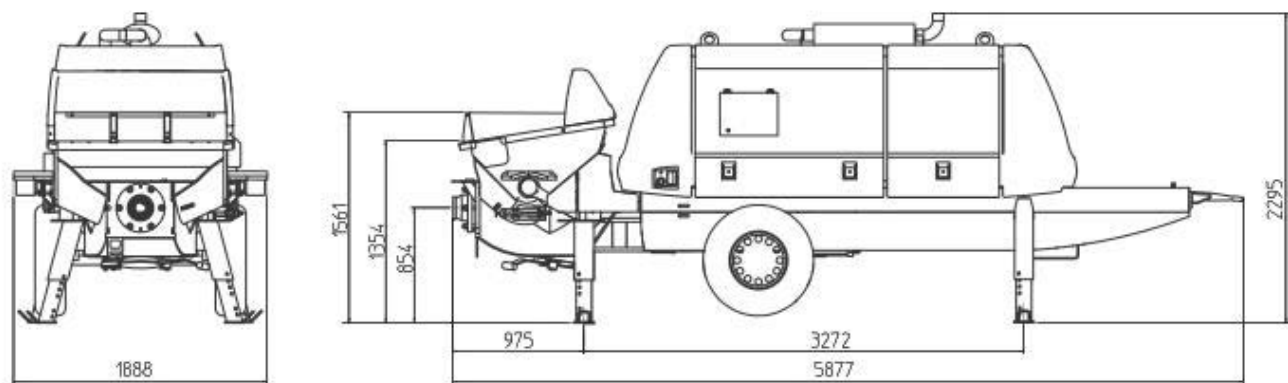


Рисунок 5.1 – стационарный бетононасос BSA 1409 D RF

### 5.2.3.2 Выбор монтажного крана

Выбор монтажного крана осуществляется по трем технологическим параметрам:

Максимальная грузоподъемность крана  $Q_k$ :

$$Q_k = Q_{кон} \cdot k_1 + Q_{гр} \cdot k_2 + Q_{осн}, \quad (5.2)$$

где  $Q_{кон}$  – масса конструкции, т.

$Q_{гр}$  – масса грузозахватного приспособления, т.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$Q_{осн}$  – масса оснастки, т.

$k$  – коэффициент перегрузки.

Таблица 5.5 – Таблица весов изделий и оснастки

Наименование	Вес, т.
Щиты опалубки	0,4
Металл периодического сечения в пачке	1,5

Исходя из данных таблицы 5.5 определяем максимально необходимую грузоподъемность:

$$Q_k = 1,5 \cdot 1,2 + 0,05 \cdot 1,1 = 1,9 \text{ т}$$

Максимальная высота подъема крюка  $H_k$ , м.

$$H_k = \Delta H + H_3 + H_{кон} + H_{стр}, \quad (5.3)$$

где  $\Delta H$  – превышение отметки монтажного горизонта над отметкой стоянки крана,

$H_3$  – запас по высоте, необходимый для безопасной заводки конструкции к месту установки или переноса через ранее смонтированные конструкции (не менее 1м).

$H_{кон}$  – высота конструкции, м

$H_{стр}$  – высота строповки 2 м (от верха элемента до крюка крана), м

$$H_k = 6,8 + 1 + 1,4 + 2 = 11,2 \text{ м}$$

Кран принимаем ДЭК-251

### 5.2.3.2 Выбор вибраторов

Для уплотнения бетонной смеси применяем глубинные вибраторы, которые погружают в слой бетона (свежеуложенный), заглубляя рабочую часть на 5 см в ранее уложенный слой бетонной смеси.

Число вибраторов:

$$N_B = 2 \cdot N_{зв}, \quad (5.4)$$

где  $N_{зв}$  – число звеньев бетонщиков;

$$N_B = 2 \cdot 2 = 4$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Принимаем количество необходимых вибраторов на один больше:  $N=5$

Тип вибратора выбирает исходя из его производительности и объема бетонной смеси, укладываемой за смену.

Производительность вибратора:

$$P_B = \frac{V_{б.см}}{t_{см} \cdot n_B}, \quad (5.5)$$

где  $P_B$  – количество вибраторов;

$V_{б.см}$  – количество бетонной смеси, укладываемой за смену,  $m^3/см$ ;

$t_{см}$  – продолжительность смены,  $t_{см} = 8$  ч.

$$P_B = \frac{56,8}{8 \cdot 5} = 1,43 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаем глубинный вибратор ИВ-66 с производительность  $P_B = 3 - 6 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Технические характеристики вибратора:

- диаметр наконечника: 38 мм;
- радиус действия вибратора: 0,2 м;
- длина рабочей части: 360 мм;
- толщина уплотняемого слоя: 200-300 мм;
- мощность: 0,8 кВА;
- производительность: 3-6 м<sup>3</sup>/ч.

#### 5.2.4 Устройство опалубки и армирование монолитной фундаментной плиты

Фундаментные плиты имеют большие площади и характеризуются насыщенной арматурой. Толщина таких досок колеблется от 0,2 до 2 м. Методы бетонирования выбираются с учетом размеров в плане, толщины. Степень армирования, существующая механизация производства работ, фактический объем и подача бетонной смеси.

Монолитная фундаментная плита армируют сварными сетками в два или более слоя. Арматурные каркасы могут быть сформированы разными способами:

укладывают горизонтальные сетки и устанавливают опорные каркасы или предварительно объединяют плоские горизонтальные сетки и опорные каркасы в пространственный самонесущий блок. Армоблоки устанавливаются с зазорами, которые перекрывают одним или двумя рядами плоских горизонтальных сеток, опирающихся на армоблоки.

Массивные фундаментные плиты бетонируются с использованием разборно-переставной опалубки из унифицированных элементов. Панели опалубки большой площади, а также блочные арматурные каркасы монтируют с помощью монтажных кранов. Крепление опалубки и каркасов должно быть надежным и выдерживать технологические нагрузки бетонной смеси, механизмов, машин, рабочих и инвентаря. Готовая для производства работ опалубка должна быть доставлена в соответствии с законодательством

При большой площади плит делятся на блоки или карты бетонирования. По краям сетчатая опалубка устанавливается без разрезания арматуры на границах карт. В качестве наружной и внутренней опалубок лучше всего использовать стальную сетку из проволоки диаметром 0,7 мм с ячейкой 5x5 мм. Такая сетка крепится к арматуре с помощью плетеной проволоки или зажимов.

#### 5.2.5 Бетонирование фундаментной плиты

При укладке бетонной смеси в густоармированные плиты большой площади основным технологическим требованием является непрерывность укладки по всей высоте плиты.

Для выполнения процесса укладки плиты разбивают на карты. Плиты большой толщины разделены на параллельные карты шириной 5-10 метров, при этом между ними остаются разделительные полосы шириной 1...1,5 м. Для обеспечения непрерывной укладки смеси по всей высоте, плиту разделяют на блоки без разрезки арматуры, с ограждением блоков металлическими сетками.

Карты бетонируются подряд, то есть одна. После удаления опалубки на границах, смесь укладывается враспор с затвердевшим бетоном карт. Бетонную смесь с подвижностью 2...6 см подают на карты бетононасосами. Подавать ее

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

надо в направлении к ранее уложенному бетону, как бы прижимая новые порции к уложенным.

В плиты даже большой толщины бетонную смесь укладывают в один слой (рисунок 5.2). В то же время вибрационное уплотнение затруднено, поскольку внутренние вибраторы должны быть погружены в смесь на глубину, в 1,5-2 раза превышающую длину рабочей части.

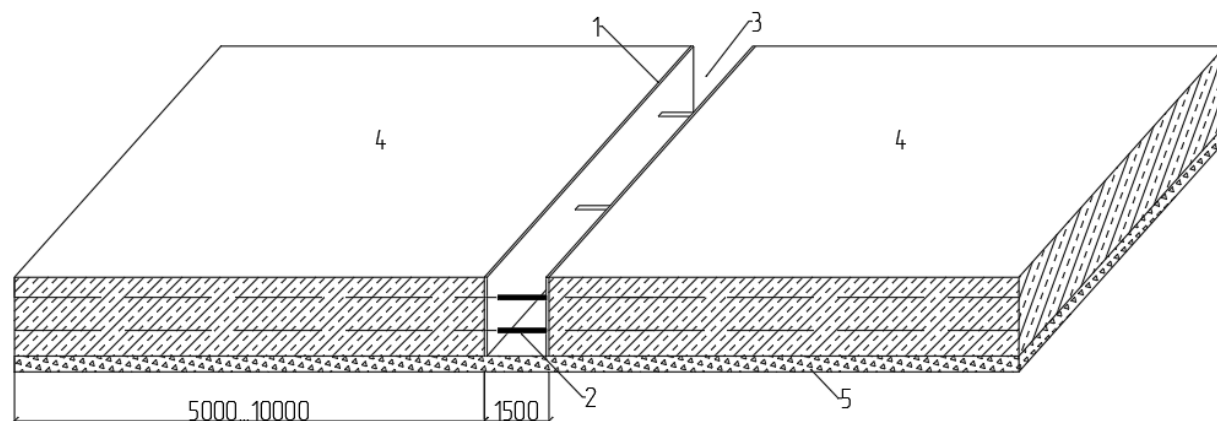


Рисунок 5.2 – Схема укладки бетонной смеси в фундаментные плиты  
1 – опалубка разделительной полосы, 2 – арматура, 3 – разделительная полоса, 4 – карта бетонирования, 5 – подстилающий слой.

Слои укладываются в одном направлении. Высота залива бетона не должна превышать 1 м. На внутренней поверхности опалубки учитывается толщины укладываемых слоев, места укладки и уровень поверхности каждого бетонного слоя, а также расстояние между каждой порцией в ряду. Каждый последующий слой укладывается после того, как предыдущий будет уплотнен.

Выравнивают бетон плит по маякам, поверхность заглаживают кельмами, гладилками, и полутерками. В местах примыкания стен, опирания колонн и столбов бетон оставляют шероховатым с устройством в отдельных случаях рифления и насечки.

#### 5.2.5.1 Уплотнение фундаментной плиты

Целью процесса уплотнения является обеспечение высокой плотности и однородности бетона. Основным и наиболее распространенным методом

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



погоде, при повышенных требованиях по влажности, морозостойкости, коррозионной стойкости и прочности бетона.

При быстром высыхании бетона на его поверхности появляется сеть трещин. В массивных ЖБК трещины могут быть вызваны неравномерным разогревом. В том числе вследствие экзотермии цемента. При обильном увлажнении бетона и тщательной пароизоляции во время ухода снижается вероятность снижения прочности и появления температурно-влажностных трещин.

Открытые поверхности свежееуложенного бетона накрывают мешковиной, рогожей, влажными опилками или песком не позднее чем через 3...4 часа, а в сухую жаркую погоду – через 1...1,5 часа после окончания бетонирования.

Воду разбрызгивают через распылитель, недопустимо размывать свежий бетон сильной струей воды. Поливать в сухую жаркую погоду надо не реже, чем через 1,5...2 часа, в пасмурную – через 3 часа, за ночь – не менее 2...3 раз. При снятии опалубки поливают и распалубленные поверхности ЖБК, т.к. они быстрее теряют влагу и растрескиваются. При температуре менее 5°С бетон не поливают.

Помимо увлажнения свежееуложенный бетон защищают от размыва дождем и грунтовыми водами, выветривания, от сотрясений и деформаций.

Мероприятия по уходу за бетоном, их продолжительность и периодичность отмечают в журнале бетонных работ. Хожение людей по забетонированной поверхности ЖБК, а также установка на них лесов и опалубки разрешается не раньше достижения 1,5 Мпа прочности при сжатии.

#### 5.2.6 Гидроизоляция конструкций

Фундамент и все подземные части здания нуждаются в надежной гидроизоляции. В нашем проекте предусмотрена довольно большая подземная часть, которая должна быть защищена от возможных последствий проникновения в помещение грунтовых вод. Для гидроизоляции фундаментной плиты примем жидкую резину марки Rapidflex, т.к. она более современна, долговечна и безопасна при производстве работ.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		82



Она наносится пульверизатором на поверхность массива и формирует влагостойкий слой. При нанесении жидкой резины важно обеспечить равномерность покрытия.

Материал обладает следующими характеристиками:

Удельный вес:	1,02
Толщина сухого слоя:	2,5 – 4,0 мм
Температура вспышки:	невоспламеняемый
Расход:	4,0 – 6,5 кг/м <sup>3</sup>
Теплоустойчивость:	>90°С
Эластичность при низких температурах:	<-20°С
Предел прочности:	>0,1 мпа
Удлинение при разрыве:	>1200%
Восстановление (при удлинении 800-900%)	>85%
Устойчивость к гидравлическому давлению	>1 атм, 24 часа

#### 5.2.6.1 Распалубливание конструкций

Решение о распалубке принимает начальник участка на основании графика набора прочности образцов и делает соответствующую запись в журнале производства работ. Распалубка должна производиться после набора прочности не менее 30% для стен и 70% для перекрытий.

### 5.3 Стройгенплан

В связи с тем, что проектируемое многоэтажное здание состоит из помещений с нечетко выраженной поэтажной повторяемостью, (не позволяет организовывать выполнение повторяющихся строительных процессов), этот объект можно отнести к объекту повышенной сложности.

Возведение коробки здания делится на два периода

- выполнение работ нулевого цикла;
- возведение надземной части.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

К началу работ по строительству коробки здания должны быть закончены все подготовительные работы, а также закончена подземная часть здания.

К внутриплощадочным подготовительным работам относятся:

- формирование геодезической разбивочной основы для строительства;
- расчистка территории строительной площадки;
- инженерная подготовка территории строительной площадки с первоочередными работами по планировке территории и обеспечению временных стоков поверхностных вод;
- устройство временных или постоянных внутриплощадочных дорог;
- прокладка сетей тепло-, водо-, и энергоснабжения;
- формирование общеплощадочного складского хозяйства и площадок укрупнительной сборки, а также подготовки опалубки к новому обороту;
- монтаж инвентарных зданий и временных сооружений;
- обеспечение строительной площадки противопожарным водоснабжением и инвентарем, средствами связи и сигнализации.

Завершение подготовительных работ должно быть занесено в общий журнал работ.

Работы по строительству стен подвала, цокольного и жилых этажей, зон отдыха и спорта и надстроек над крыше осуществляется с использованием крупнощитовой опалубки.

Цикл работ по возведению железобетонной коробки здания включает следующие мероприятия:

- Установка на захватке панелей опалубки;
- армирование стен с установкой закладных деталей, т.к. доступ к ним будет закрыт после последующей установки панелей второй стороны стены;
- бетонирование внутренних и наружных стен бетоном;
- выдерживание бетона в опалубке для приобретения к моменту распалубливания не менее 50% проектной прочности;
- Рабпалубка вручную, отрыв опалубки от поверхности бетона;

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

- демонтаж опалубки с помощью башенного крана и перестановка на пост очистки и смазки;
- доводка поверхностей бетона;
- ликвидация мелких дефектов бетонирования, срубка неровностей и затирка раковин.

Положение башенного крана выбирается с учетом возможности его эксплуатации вблизи стен здания, при их возведении в крупнощитовой опалубке.

Существующие дорожные покрытия должны максимально использоваться как подъездные пути.

Ограждение строительной площадки для предотвращения доступа посторонних лиц следует проводить в течение всего периода строительства из железобетонных плит. Маркировка опасных зон вокруг площадей грузоподъемных механизмов выполняется по месту, в зависимости от расположения этих зон в соответствии с правилами техники безопасности.

Приобъектные временные здания и сооружения должны быть преимущественно инвентарными, мобильными и сборно-разборными согласно ГОСТу. Временные здания должны быть расположены в зарезервированном месте по усмотрению генеральной подрядной организации

Площадки и места расположения зон складирования позволяют размещать подходящие материалы и конструкции для работ на одном этаже с непрерывной двухсменной работе.

Освещение - прожекторы на бетонных или деревянных столбах высотой 13 метров.

Временное снабжение строительства водой, электроэнергией, теплом должны производиться от существующих городских сетей.

Строительная площадка должна быть обеспечена прямой городской телефонной связью, специальными переносными радиопереговорными средствами внутриплощадочной сети и средства централизованной диспетчерской связи.

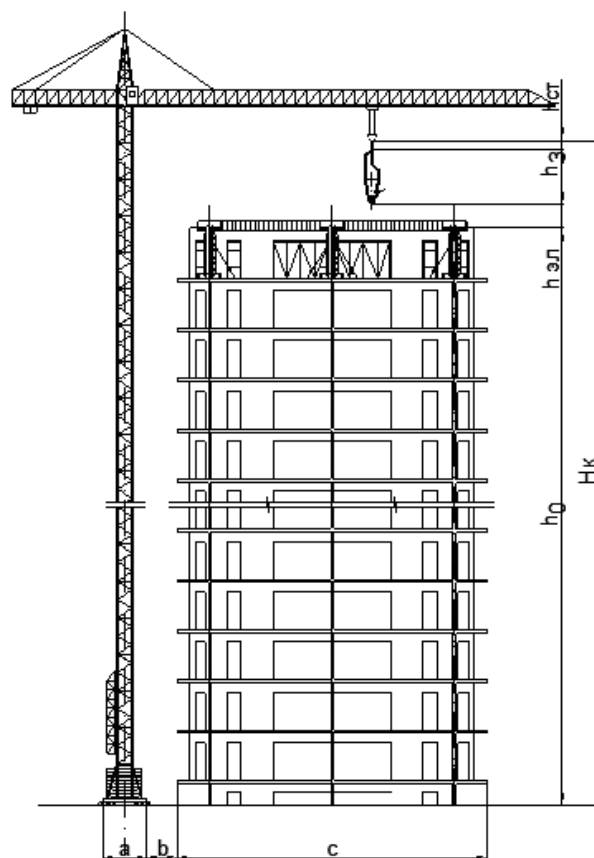


Рисунок 5.4 – Монтажный кран

Существенное влияние на выбор монтажного крана (рисунок 5.4) в данном проекте оказывает объемно-планировочное и конструктивное решения строящегося объекта; расположение в плане строительных элементов здания; метод организации строительства; методы и способы установки; формы организации труда и технико-экономические характеристики крана.

По предварительным данным принимаем кран башенный КБ-675-0 со следующими характеристиками (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Характеристики башенного крана

Показатель	Величина
Максимальный грузовой момент, кН·м	3200
Грузоподъемность, т:	
– при максимальном вылете стрелы	5,6
– при минимальном вылете стрелы	12,5

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Окончание таблицы 5.6

Показатель	Величина
Вылет, м:	
– при максимальном вылете стрелы	40,0
– при минимальном вылете стрелы	3,5
– при максимальной грузоподъемности	25,6
Высота подъема, м:	
– при максимальном вылете стрелы	114,0
– при минимальном вылете стрелы	114,0
Масса крана в рабочем состоянии	229,0
Ширина кранового пути, м	4,2

Высота подъема крюка крана

$$h_k = h_0 + h_3 + h_{эл} + h_{ст}, \quad (5.6)$$

где  $h_0$  – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана,

$h_0=98,8$  м ;

$h_3$  – запас по высоте, требующийся по условиям безопасности,  $h_3 = 1,0$  м ;

$h_{эл}$  – высота элемента в монтируемом положении (бадьа, плиты опалубки),

$h_{эл} = 3,5$  м;

$h_{ст}$  – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до низа крюка крана,  $h_{ст} = 2$  м .

$$h_k = 98,8 + 1,0 + 3,5 + 2 = 105,3 \text{ м}$$

Монтажный вылет крюка для башенного крана:

$$l_{м.б.к.} = \frac{a}{2} + b + c, \quad (5.7)$$

где  $a$  – ширина кранового пути,  $a=4,2$  м;

$b$  – расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены,  $b=0,7$  м;

$c$  – расстояние от центра тяжести наиболее удаленного от крана элемента,  $c=30$  м.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$$l_{\text{м.б.к.}} = \frac{4,2}{2} + 0,7 + 30 = 32,7 \text{ м}$$

Максимальная грузоподъемность:

$$Q = Q_{\text{ст.к.}} + Q_{\text{ст}}, \quad (5.8)$$

где  $Q_{\text{ст.к.}}$  – сантехнических кабин,  $Q_{\text{ст.к.}} = 5 \text{ т}$ ;

$Q_{\text{ст}}$  – масса строповочных элементов,  $Q_{\text{ст}} = 0,12 \text{ т}$ ;

$$Q = 5 + 0,12 = 5,12 \text{ т}$$

### 5.3.1.1 Поперечная привязка подкрановых путей башенного крана

Установку башенного крана вблизи здания производим исходя из необходимости обеспечения безопасного расстояния между зданием и краном.

Ось подкрановых путей располагается на расстоянии от строящегося здания:

$$B = R + l_{\text{без}}, \quad (5.9)$$

где  $R$  – радиус поворотной платформы;

$l_{\text{без}}$  – безопасное расстояние, принимается 0,7 м.

$$B = 2,1 + 0,7 = 2,8 \text{ м}$$

### 5.3.1.2 Продольная привязка подкрановых путей башенного крана

Последовательно с помощью засечек определяются крайние стоянки крана. Длина подкрановых путей определяется в соответствии с обнаруженными крайними стоянками крана (рисунок 5.5).

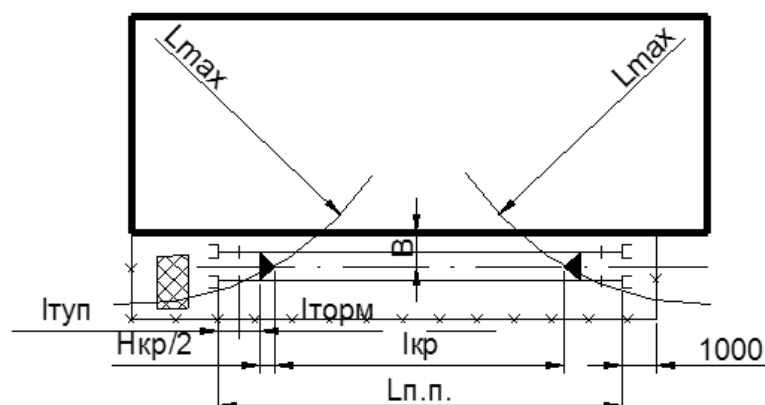


Рисунок 5.5 – Продольная привязка подкрановых путей башенного крана

$$L_{\text{п.п.}} = l_{\text{кр}} + H_{\text{кр}} + 2 \cdot l_{\text{торм}} + 2 \cdot l_{\text{тум}}, \quad (5.10)$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$$L_{п.п.} = 40 + 5,3 + 4 \cdot 1 = 49,3 \text{ м}$$

Вычисленную длину подкрановых путей корректируется в сторону увеличения с учетом кратности длины ползена  $L_{п.п.} = 50 \text{ м}$ .

### 5.3.2 Расчет временных зданий и сооружений

Определяется расчетное количество рабочих, ИТР и служащих:

$$C = O + H + И + M, \quad (5.11)$$

где  $C$  – общесписочное число рабочих и служащих для подбора временных зданий и сооружений;

$O$  – число рабочих основного состава согласно графика движения рабочих (берется для наиболее многочисленного периода 172 чел);

$H$  – число рабочих неосновного состава, принимается равным 30-40% от рабочих основного состава;

$И$  – численность ИТР и служащих, принимается равным 8% от суммы  $(O+H)$ ;

$M$  – численность младшего обслуживающего персонала, принимается равным 3,5% от  $(O+H)$ .

Для проектирования здания согласно графика движения рабочих  $O=172$  чел, тогда:

$$H=0,3 \cdot 172=52 \text{ чел};$$

$$И=0,08 \cdot (172+52)=18 \text{ чел};$$

$$M=0,035 \cdot (172+52)=8 \text{ чел};$$

$$C=172+52+18+8=250 \text{ чел},$$

$$- \text{ из них мужчин } 250 \cdot 80\%=200 \text{ чел};$$

$$- \text{ из них женщин } 250 \cdot 20\%=50 \text{ чел}.$$

Определяем количество работающих в наиболее многочисленную смену. Исходя из того, что строительные работы выполняются в две смены, расчетная численность работающих определяется по формуле:

$$N_{max}^P = 1,05 \cdot (C \cdot 0,7 + (И + H + M) \cdot 0,8 \cdot 0,5), \quad (5.12)$$

$$N_{max}^P = 1,05 \cdot (250 \cdot 0,7 + (18 + 52 + 8) \cdot 0,8 \cdot 0,5) = 217 \text{ чел.}$$

Для расчета временных зданий и сооружений (таблица 5.7) принимается следующая формула определения потребности в м<sup>2</sup>:

$$P_{тр} = N_{max}^P \cdot P_{н}, \quad (5.13)$$

Таблица 5.7 – временные здания

Наименование зданий	Ед. норм. площади, м <sup>2</sup> /чел	Расчетн. кол-во человек	Площадь, м <sup>2</sup>	Тип здания	Принятые размеры, м
<b>Санитарно-бытовые помещения</b>					
1. Гардеробные	0,8	217	174,0	Конт.	18х6, 12х6
2. Помещения для обогрева	1,0	217	217,0	Передв.	18х6, 18х6
3. Умывальная	0,05	217	10,9	Конт.	6х3
4. Помещения для личной гигиены женщин	0,18	65	11,7	Конт.	6х3
5. Душевые					
- мужские	0,43	106	45,6	Конт.	12х6,
- женские	0,43	46	20,0	Конт.	12х3
6. Туалет					
- мужские	0,07	106	7,4	Конт.	6х3,
- женские	0,07	46	3,2	Конт.	6х3
1. Сушильная	0,2	152	30,4	Конт.	12х6
2. Столовая	0,6	163	97,8	Передв.	18х6
<b>Служебные помещения</b>					
3. Прорабская	24 м <sup>2</sup> на 5 чел.	8	48,0	Конт.	6х3 2 шт.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------



### 5.3.3 Расчет площадей складов

Площадь склада от типа, способа хранения материалов и его качества. Площадь склада состоит из полезной площади, которая расположена непосредственно под хранимыми материалами; вспомогательной площади приёмочных и отпускных площадок; проходов, проездов и служебных помещений.

Для основных материалов и изделий (таблица 5.8), расчет полезной площади склада производится в соответствии с удельными нагрузками:

$$S_{\text{пр}} = P_{\text{скл}} \cdot q, \quad (5.14)$$

где  $P_{\text{скл}}$  – расчетный запас материала в натуральных измерителях;

$q$  – норма складирования на  $1 \text{ м}^3$  пола площади склада с учетом проездов и проходов, по расчетным нормативам.

Таблица 5.8 – Ведомость потребности в основных материалах

Наименование	Ед. измерения	Количество
1. Бетон	$\text{м}^3$	21420
2. Арматура и закладные детали	Т	1800
3. Панели гипсобетонные	$\text{м}^2$	456
4. Вентблоки	шт.	720
5. Сантехкабины	шт.	540
6. Керамзитовый гравий	$\text{м}^3$	2520
7. Керамическая плитка	тыс. шт.	950
8. Опалубка	$\text{м}^2$	4300
9. Щебень, песок	Т	120
10. Кабель	Т	5,2

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Таблица 5.9 – Расчет площадей складов под навесом

Наименование материалов и изделий	$S_{п}$	$C$	$K$	$S_{пр}$	Принятая площадь
1. Рубероид	48	0,623	1	29,9	30
2. Гидроизоляционные материалы	48	0,623	1	29,9	30
3. Плитка керамическая	48	0,623	1	29,9	30
4. Столярные и плотницкие изделия	13	0,623	1	8,1	8
5. Гипсовые перегородки	48	0,623	1	29,9	30
$\Sigma$					128 м <sup>2</sup>

Таблица 5.10 – Расчет площадей закрытых складов

Наименование материалов и изделий	$S_{п}$	$C$	$k$	$S_{пр}$	Принятая площадь
1. Краска	24	0,623	1	14,95	15
2. Пакля	29	0,623	1	18,06	18
3. Теплоизоляционные материалы	29	0,623	1	18,06	18
4. Скобяные изделия	29	0,623	1	18,06	18
$\Sigma$					70 м <sup>2</sup>

Арматура складировается по навесом  $S=45 \text{ м}^2$ .

#### 5.3.4 Расчет временного водоснабжения

Временное водоснабжение на строительной площадке предназначено для обеспечения производственных, хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд.

Определяем расчетный расход воды на производственные нужды:

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \frac{q_{уд} \cdot V \cdot k_{час}}{n \cdot 3600}, \quad (5.15)$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------

где  $q_{уд}$  – удельный расход воды на единицу объема работ;

$V$  – объем строительных работ данного вида, выполняемых в смену с максимальным водопотреблением;

$k_{час}$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$n$  – число часов работы в смену,  $n=8$  час.

Потребители воды на производственные нужды:

– поливка бетона и опалубки – 350 л;

– штукатурка обычная - 8 л;

– компрессоры – 40 л;

– автомашины грузовые – 700 л;

– бульдозеры – 600 л.

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \frac{8 \cdot 1698 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 2,26 \text{ л/сек}$$
$$d = 45 \text{ мм}$$

Определяем расчетный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды (кроме душа):

$$Q_{хоз} = \frac{P_H \cdot N_{max}^P \cdot k_{час}}{8 \cdot 3600}, \quad (5.16)$$

где  $P_H$  – норма водопотребления на одного рабочего в смену,  $P_H = 25$  л/сек;

$k_{час}$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления для данного типа нужд,  $k_{час} = 2$ ;

$N_{max}^P$  – число работающих в наиболее многочисленную смену.

$$Q_{хоз} = \frac{250 \cdot 217 \cdot 2}{8 \cdot 3600} = 0,38 \text{ л/с}$$
$$d = 45 \text{ мм}$$

Определяем расход на душ:

$$Q_{душ} = \frac{P'_H \cdot N_{max}^{P'}}{t \cdot 60}, \quad (5.17)$$

где  $P'_H$  – норма расхода воды на одного работника;

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

$N_{max}^{P'}$  – число работников, принимающих душ в максимально загруженную смену (40%);

$t$  – продолжительность работы душевой установки (45 мин).

$$Q_{душ} = \frac{40 \cdot 87}{45 \cdot 60} = 1,29 \text{ л/с}$$

$$d = 45 \text{ мм}$$

Определяем расход воды на противопожарные нужды:

Минимальный расход воды на противопожарные нужды зависит от величины строительной площадки:

$$Q_{пож} = 20 + 5 \cdot 2 = 30 \text{ л/с}$$

$$d = 159 \text{ мм}$$

Определяем общий расход воды:

$$Q_{расч} = Q_{пож} + 0,5 \cdot \sum (Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{душ}), \quad (5.18)$$

$$Q_{расч} = 30 + 0,5 \cdot (2,26 + 0,38 + 1,29) = 31,97 \text{ л/сек}$$

Определяем диаметр трубопровода:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q_{расч} \cdot 1000}{3,14 \cdot V_B}}, \quad (5.19)$$

где  $V_B$  – скорость движения воды по трубам,  $V_B = 1,5 \text{ м/с}$ ;

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{31,97 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 164 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ  $D = 168 \text{ мм}$

### 5.3.5 Расчет теплоснабжения

Временное теплоснабжение на строительных площадках осуществляется в целях обеспечения теплом технологических процессов (подогрев воды и заполнителей на бетонно-растворных узлах, отопление тепляков, прогрев бетона и пр.); отопление и сушка строящихся объектов; отопление, вентиляция и горячее водоснабжение временных санитарно-бытовых и административно-хозяйственных строений. В состав временного теплоснабжения входят источники

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

теплоснабжения, сети временного теплоснабжения и концевые устройства (отопительные приборы, агрегаты и бойлеры).

$$Q_o = a \cdot q_o \cdot (t_b - t_n) \cdot V, \quad (5.20)$$

где  $a = 0,95$ ;

$$q = \frac{1,6}{853,71 \cdot 0,167} = 0,52;$$

$$V = 79,58 + 580,79 + 139,93 + 53,41 = 853,71 \text{ м}^3;$$

$$t_b = 18^\circ\text{C};$$

$$t_n = -25^\circ\text{C}.$$

$$Q_o = 0,95 \cdot 0,52 \cdot (18 - (-25)) \cdot 853,71 = 18134,5 \text{ ккал/час}$$

Отопление водяное от основного трубопровода  $d = 80 \text{ мм}$

### 5.3.6 Расчет потребностей мощностей электроэнергии

Таблица 5.11 – Расчет потребностей мощностей электроэнергии

Наименование Потребителя	Единицы Измер-я	Кол-во W	Норма на ед. изм-я $P_{уд}$ , кВт	Коеф-нт спроса $\kappa_c$	Общие затраты $W \cdot P_{уд}$ , кВт	Коеф-нт мощности, $\cos\phi$	Потребл-ая мощность, N
<b>А. Производственные нужды</b>							
1. Башенный кран	шт.	1	321	0,2	321	0,5	128
2. Сварочный аппарат	шт.	1	30	0,5	30	0,4	75,0
3. Штукатурно-строительный аппарат	шт.	1	32	0,45	32	0,65	49,9
4. Передвижная станция	шт.	1	10	0,5	10	0,6	16,7
5. Электрокраскопульт	шт.	1	5	0,15	5	0,6	8,33
6. Растворонасос	шт.	1	10	0,5	10	0,65	15,4
7. Затирочная машина	шт.	1	3	0,15	3	0,6	5
8. Компрессор	шт.	5	70	0,7	280	0,8	350
9. Подъемник	шт.	1	5	0,15	5	0,5	10
$\Sigma$						298,0	

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------

Продолжение таблицы 5.11

Наименование Потребителя	Единицы Измер-я	Кол-во W	Норма на ед. изм-я $P_{уд}$ , кВт	Коэф-нт спроса $K_c$	Общие затраты $W \cdot P_{уд}$ , кВт	Коэф-нт мощности, $\cos\phi$	Потребл-ая мощность, N
<b>Б. Технологические нужды</b>							
1. Вибратор для укладки бетонной смеси	шт.	1	1	0,15	1	0,6	3,33
2. Установка электропрогрева бетона	шт.	1	30	0,7	30	0,8	37,5
$\Sigma$							40,8
<b>В. Внутреннее освещение</b>							
1. Административно-бытовые помещения	м <sup>2</sup>	622	0,015	0,8	9,33	1	9,33
2. Отделочные работы	м2	40000	0,015	0,8	600	1	600
$\Sigma$							487,5
<b>Г. Внешнее освещение</b>							
1. Монтаж строительных конструкций	м <sup>2</sup>	650	0,003	1	1,95	1	1,95
2. Такелажные работы	м <sup>2</sup>	622	0,003	1	1,98	1	1,98
3. Территория строительства	м <sup>2</sup>	2400	0,004	1	0,96	1	1,96
4. Главные проходы и проезды	м <sup>2</sup>	500	0,005	1	2,5	1	2,5
$\Sigma$							7,39

Суммарная потребная мощность:

$$P = 1,1 \cdot (289,0 + 40,8 + 487,5 + 7,39) = 833,7 \text{ кВт}$$

По полученной мощности принимаем трансформаторную подстанцию СКТП-750 (размерами 3,20x2,50 м).

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------

### 5.3.7 Расчет прожектора освещения

Число прожекторов:

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_n}, \quad (5.21)$$

где  $P$  – удельная мощность при освещении прожекторами ПЗС -35,  $P = 0,4$  Вт;

$E$  – освещенность,  $E = 2$ лк;

$S$  – площадь территории, подлежащая освещению,  $S = 2400$  м<sup>3</sup>;

$P_n$  – мощность лампы прожектора,  $P_n = 500$  Вт.

$$n = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 2400}{500} = 3,8 \approx 4 \text{ шт.}$$

Вывод по разделу пять:

Благодаря применению современных технологий и качественных материалов здания общественного центра, прочно и долговечно. Конструктивная схема здания – стеновая с поперечно-продольными несущими стенами, выполненными из монолитного железобетона монолитными перекрытиями.

Данная технология хорошая тепло- и звукоизоляцию помещений.

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНИДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

### 6.1 Расчет вентиляции

Вентиляция — это движение воздуха в помещении. В любое здание воздух поступает с улицы. Попадая внутрь комнаты, воздух наполняется различными веществами: углекислым газом от нашего дыхания, пылью, химическими выделениями от предметов, шерстью животных и т.п. Этот уже загрязненный воздух движется к вытяжке и выводится через нее наружу. В это время в комнату поступает новая порция свежего воздуха снаружи, которая также уйдет в вытяжку. Весь этот процесс называется вентиляцией.

Именно благодаря вентиляции в помещениях складывается здоровый и комфортный микроклимат, а именно:

- Нормализуется уровень углекислого газа;
- Нормализуется влажность.

Рассмотрим вентиляцию в бассейне.

Бассейн – специфическое помещение. В нем постоянно происходит испарение влаги из воздуха и воды. Как следствие, это приводит к повышенному уровню влажности.

Правильно организованная вентиляция бассейна позволит контролировать влажность и обеспечит приток кислорода, убережет помещение от плесени и коррозии. Посетители будут чувствовать себя комфортно, исключится риск обмороков и головокружения.

Если пренебречь установкой вентиляции, бассейн быстро придет в негодность. Как правило, площадь зеркала воды в бассейнах достаточно большая, около 10-20 м в длину. Влага испаряется непрерывно и оседает всюду. Это касается не только пола, стен и потолка, но также электроприборов и металлических деталей. Если не позаботиться об установке вентиляции, действие конденсата пагубно скажется на материалах.

Чем чреват отказ от воздухообмена:

- Распространение грибка по стенам;

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		98



- Коррозия металлов;
- Порча осветительных приборов;
- Порча стекла (особенно при большой площади остекления);
- Вздутие оштукатуренных поверхностей;
- Риск удара током из-за увеличения проводимости изоляционных материалов;
- Потускнение окрашенных материалов.

Следует иметь в виду, что высокий уровень влажности и отсутствие притока свежего воздуха негативно отражаются на здоровье людей. Среди наиболее частых побочных эффектов следует выделить:

- Головокружение;
- Обморочное состояние;
- Тошноту;
- Затруднение дыхания;
- Зрительные галлюцинации.

#### 6.1.1 Расчет системы вентиляции бассейна

Исходные данные:

Местонахождение: г. Волгоград

Размеры бассейна:

- Площадь зеркала:  $A_1 = 9 \times 15 \text{ м} = 135 \text{ м}^2$ ;
- Площадь влажных обходных дорожек  $A_2 = 76,5 \text{ м}^2$ .

Среднесуточные параметры воздуха для теплого периода  $31^\circ\text{C}$  и относительная влажность воздуха 40%.

Среднесуточные параметры воздуха для холодного периода  $-25^\circ\text{C}$  и относительная влажность воздуха 85%.

Температура воздуха в помещении  $t_R = 30^\circ\text{C}$ , относительная влажность в помещении в теплый период  $\phi = 65\%$ .

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Температура в ванне (W1)  $t_{w1} = 28^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность в бассейне 45%.

Санитарная норма расхода свежего воздуха для десяти пользователей составляет  $800 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Расчет:

Определяем расход наружного воздуха для поддержания требуемого уровня влажности (65%). Сравниваем его с расходом воздуха, принятым по санитарным нормам ( $800 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) и выбираем большее из этих значений.

$\beta_B = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$  (табличное значение для частного бассейна в рабочее время Р НП "АВОК" 7.5-2012);

$P_{D.W} = 3782 \text{ Па}$  (давление водяных паров насыщенного воздуха, определяем)

$P_{D.L} = 2269 \text{ Па}$  (парциальное давление водяных паров при заданных параметрах воздуха в зале бассейна);

$R_D = 462,52 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$  (газовая постоянная для водяного пара);

$T$  - среднее арифметическое температур воды  $t_w$  и воздуха  $t_R$ , К;

$a = 0,4$  (коэффициент занятости для небольших плавательных бассейнов).

Определяем влаговыделения с зеркала ванны по формуле:

$$M_{D.B.} = \frac{\beta_B}{R_D \cdot T} \cdot (P_{D.W.} - P_{D.L.}) \cdot A_1, \quad (6.1)$$

Для теплого периода:

$$M_{(\text{бассейн})} = \frac{40}{462,52 \cdot 302} \cdot (3782 - 2269) \cdot 135 = 51,1 \text{ кг/ч}$$

$$M_{(\text{об.д})} = 2,7 \text{ кг/ч}$$

Для проверки полученного значения влаговыделения используют эмпирическую формулу Бязина-Крумме:

$$M_{D.B.} = \left( 0,118 + 0,01995 \cdot a \cdot \frac{P_{D.W.} - P_{D.L.}}{133,2} \right) \cdot A, \quad (6.2)$$

$$M_{(\text{бассейн})} = \left( 0,118 + 0,01995 \cdot 0,4 \cdot \frac{3782 - 2269}{133,2} \right) \cdot 135 = 29 \text{ кг/ч}$$

Для холодного периода:

$$M_{(\text{бассейн})} = \frac{40}{462,52 \cdot 248} \cdot (3705 - 2269) \cdot 135 = 67,6 \text{ кг/ч}$$

$$M_{(\text{об.д})} = 3,4 \text{ кг/ч}$$

Для проверки полученного значения влаговыделений используют эмпирическую формулу Бязина-Крумме:

$$M_{(\text{бассейн})} = \left( 0,118 + 0,01995 \cdot 0,4 \cdot \frac{3705 - 2269}{133,2} \right) \cdot 135 = 33,2 \text{ кг/ч}$$

В теплый период:

- Максимальное влаговыделение в рабочее время: 53,8 кг/ч
- Среднее влаговыделение в рабочее время: 53,8 кг/ч
- Влаговыделение в нерабочее время: 0,9 кг/ч

В холодный период:

- Максимальное влаговыделение в рабочее время: 71,0 кг/ч
- Среднее влаговыделение в рабочее время: 71,0 кг/ч
- Влаговыделение в нерабочее время: 1,2 кг/ч

Расход наружного воздуха:

В теплый период:

- Влагосодержание наружного воздуха  $X_{\text{н.в}} = 11,4$  г/кг
- Влагосодержание внутреннего воздуха  $X_{\text{в.в}} = 15,7$  г/кг

Массовый расход наружного воздуха, необходимый для ассимиляции влаги, выделяющейся в зале с ваннами с учетом отсутствия аттракционов:

$$M_{\text{ассим}} = \frac{M_{(\text{бассейн})} + M_{(\text{об.д})}}{X_{\text{в.в}} - X_{\text{н.в}}} \cdot 10^3, \quad (6.3)$$

$$M_{\text{ассим}} = \frac{51,1 + 2,7}{15,7 - 11,4} \cdot 10^3 = 12511 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По санитарным нормам  $M_{\text{ассим}} = 2160 \text{ м}^3/\text{ч}$

В холодный период:

- Влагосодержание наружного воздуха  $X_{\text{н.в}} = 0,3$  г/кг
- Влагосодержание внутреннего воздуха  $X_{\text{в.в}} = 12,9$  г/кг

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Массовый расход наружного воздуха, необходимый для ассимиляции влаги, выделяющейся в зале с ваннами с учетом отсутствия аттракционов:

$$M_{\text{ассим}} = \frac{67,6 + 3,4}{12,9 - 0,3} \cdot 10^3 = 5634 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По санитарным нормам  $M_{\text{ассим}}=2160 \text{ м}^3/\text{ч}$

Параметры вентиляционной установки с осушением воздуха ассимиляцией:

Общая производительность вентиляционной установки (приток + рециркуляция):  $12511 \text{ м}^3/\text{ч}$

Регулируемый диапазон расхода наружного приточного воздуха (зима – лето):  $5634 - 12511 \text{ м}^3/\text{ч}$

Требуемая мощность калорифера (без учета рекуперации тепла): 100 кВт

Общий расход воздуха по кратности воздухообмена

- Воздухообмен 10-и кратный при высоких теплопритоках (прозрачная кровля);
- Расход воздуха по кратности  $15490 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Выбор оборудования.

Вентиляционные установки для бассейнов имеют существенные отличия от обычных вентиляционных систем. Они имеют специальную конструкцию корпуса и исполнение элементов предназначенных для работы с воздухом с повышенной влажностью и примесью паров различных соединений хлора. Для увеличения эффективности системы вентиляции бассейнов оснащаются различными типами рекуператоров, системой рециркуляции, а также различными системами использования вторичного тепла, получаемого в процессе рекуперации.

Так как в теплый период года может потребоваться охлаждение приточного воздуха, а так же возможное образование конденсация влаги в смесительной камере в зимний период и риск образования льда. Мною была подобрана вентиляционная установка Breezart 16000 Pool Pro СН. Серия вентустановок Pool Pro разработана специально для обеспечения комфортного

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		102

микроклимата в помещениях бассейнов при любых погодных условиях с минимально возможным расходом энергии. Эти модели комплектуются вентиляторами EBMPapst серии EC, работающими в режиме SAV, системой автоматике JetLogic с цветным сенсорным пультом управления и всеми необходимыми датчиками, противоточным рекуператором и тепловым насосом для экономичного нагрева воздуха в холодный период года. Осушение воздуха производится как дозированной подачей наружного воздуха, так и конденсационным осушителем (опция) – это позволяет поддерживать комфортные условия даже при жаркой и влажной погоде. Максимальная потребляемая тепловая мощность 27,9 кВт, электрическая мощность 24,4 кВт. Среднемесячное энергопотребление электричества 6150 кВт\*ч.

## 6.2 Расчет времени эвакуации

Необходимо определить время эвакуации из рекреационного бассейна при возникновении пожара в жилом здании. Здание монолитного типа, во всех помещениях здания установлена система пожарной сигнализации. Наружное пожаротушение от 2-х пожарных гидрантов кольцевой водопроводной сети. Предусмотрена незадымляемая лестничная клетка I типа. Жилые помещения и центр отдыха и спорта также имеют выход на незадымляемую лестничную клетку. Проектом предусмотрены шахты дымоудаления с искусственной вытяжкой и клапанами на каждом этаже. Стены шахты дымоудаления выполнены из негорючих материалов с пределом огнестойкости 1 час. Здание 28-этажное, имеет размеры в плане 30x86 м. Помещение с бассейн объемов 2557,2 м<sup>3</sup> расположен на 26 этаже непосредственной близости от незадымляемой лестничной клетки, ведущей на первый этаж.

Лестничные клетки имеют ширину 2,8 м. В бассейне может находиться примерно 27 человек. Всего на этаже находится не более 80 человек.

Схема эвакуации из бассейна представлена на рисунке 6.1

										Лист
										103
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР				

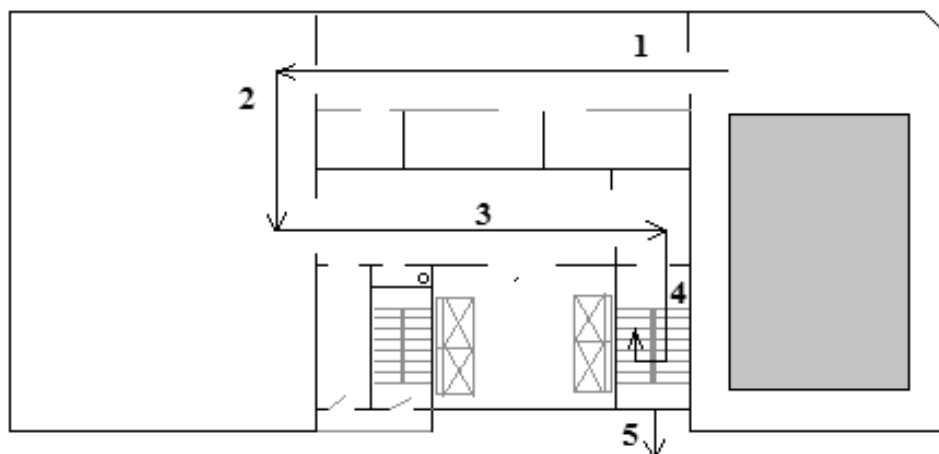


Рисунок 6.1 – Схема эвакуации

Расчет времени эвакуации.

По категории помещение относится к группе Д и II степени огнестойкости.

Критическая продолжительность пожара по температуре рассчитывается по формуле (5.4) с учетом мебели в помещении.

$$\tau_{n,k} = \sqrt[3]{\frac{W_{\text{пом}} \cdot c \cdot (t_{\text{кр}} - t_{\text{н}})}{(1 - \varphi) \cdot \pi \cdot Q \cdot n \cdot V^2}}, \quad (6.4)$$

$$\tau_{n,k} = \sqrt[3]{\frac{1704,8 \cdot 1009 \cdot (70 - 29)}{(1 - 0,5) \cdot 3,14 \cdot 27670 \cdot 16,1 \cdot 0,36^2}} = 9,2 \text{ мин}$$

Критическая продолжительность пожара по концентрации кислорода рассчитывается по формуле (5.5)

$$\tau_{n.k.}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{(0,01)^{-1} \cdot W_{\text{пом}}}{\pi \cdot n \cdot W_{O_2} V^2}}, \quad (6.5)$$

$$\tau_{n.k.}^{O_2} = \sqrt[3]{\frac{100 \cdot 1704,8}{3,14 \cdot 16,1 \cdot 4,76 \cdot 0,36^2}} = 17,5 \text{ мин}$$

Минимальная продолжительность пожара по температуре составляет 9,2 мин. Допустимая продолжительность эвакуации для данного помещения

$$\tau'_{\text{доп}} = m \cdot \tau'_{n.k.}, \quad (6.6)$$

$$\tau'_{\text{доп}} = 1 \cdot 9,2 = 9,2 \text{ мин}$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Время задержки начала эвакуации принимается 4.

Для определения времени движения людей по первому участку, с учетом габаритных размеров помещения с бассейном 12,3x21 м, определяется плотность движения людского потока на первом участке по формуле (6.7)

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \quad (6.7)$$

$$D_1 = \frac{27 \cdot 0,16}{12,3 \cdot 21} = 0,01$$

Скорость движения составляет 100 м/мин, интенсивность движения 1 м/мин, таким образом, время движения по первому участку:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (6.8)$$

$$t_1 = \frac{21}{100} = 0,21 \text{ мин}$$

Длина дверного проема принимается равной нулю. Наибольшая возможная интенсивность движения в проеме в нормальных условиях  $q_{max} = 19,6$  м/мин, интенсивность движения в проеме шириной 1,2 м рассчитывается по формуле (6.9):

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot b, \quad (6.9)$$

$$q_d = 2,5 + 3,75 \cdot 1,2 = 7 \text{ м/мин}$$

$q_d < q_{max}$  поэтому движение через проем проходит беспрепятственно.

Время движения в проеме определяется по формуле (6.10):

$$t_{d1} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b}, \quad (6.10)$$

$$t_{d1} = \frac{27 \cdot 0,1}{7 \cdot 1,2} = 0,32 \text{ мин}$$

Так как на 26 этаже находится 60 человек, плотность людского потока 26 этажа составит на втором участке:

$$D_2 = \frac{N_2 \cdot f}{l_2 \cdot b_2}, \quad (6.11)$$

$$D_2 = \frac{60 \cdot 0,16}{21 \cdot 10,8} = 0,04$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Скорость движения составляет 90 м/мин, интенсивность движения 5 м/мин, таким образом, время движения по первому участку:

$$t_2 = \frac{l_2}{v_2}, \quad (6.12)$$

$$t_2 = \frac{21}{90} = 0,23 \text{ мин}$$

Для определения времени движения людей на третьем участке:

$$D_3 = \frac{N_3 \cdot f}{l_3 \cdot b_3}, \quad (6.13)$$

$$D_3 = \frac{60 \cdot 0,16}{12,9 \cdot 2,7} = 0,27$$

Скорость движения составляет 56 м/мин, интенсивность движения 13,4 м/мин, таким образом, время движения по первому участку:

$$t_3 = \frac{l_3}{v_3}, \quad (6.14)$$

$$t_3 = \frac{12,9}{56} = 0,23 \text{ мин}$$

Для определения времени движения людей на четвертом участке:

$$D_4 = \frac{N_4 \cdot f}{l_4 \cdot b_4}, \quad (6.15)$$

$$D_4 = \frac{60 \cdot 0,16}{7,5 \cdot 2,8} = 0,45$$

Скорость движения составляет 37 м/мин, интенсивность движения 16,25 м/мин, таким образом, время движения по первому участку:

$$t_4 = \frac{l_4}{v_4}, \quad (6.16)$$

$$t_4 = \frac{7,5}{37} = 0,2 \text{ мин}$$

Для определения скорости движения по лестнице рассчитывается интенсивность движения на 5 участке по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot b_{i-1}}{b_1}, \quad (6.17)$$

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



$$q_i = \frac{13,4 \cdot 2,8}{1,4} = 26,8 \text{ м/мин}$$

Это показывает, что на лестнице скорость людского потока снижается до 40 м/мин. Время движения по лестнице вниз (участок 4):

$$t_4 = \frac{l_4}{v_4}, \quad (6.18)$$

$$t_4 = \frac{10}{40} = 0,4 \text{ мин}$$

Тамбур при выходе на улицу имеет длину 6,6 м, на этом участке образуется максимальная плотность людского потока, поэтому скорость падает до 15 м/мин, а время движение тамбура составит

$$t_5 = \frac{l_5}{v_5}, \quad (6.19)$$

$$t_5 = \frac{6,6}{15} = 0,44 \text{ мин}$$

При максимальной плотности людского потока интенсивность движения через дверной проем на улицу шириной 3 м – 8,5 м/мин, время движения через него:

$$t_{d1} = \frac{N \cdot f}{q \cdot b}, \quad (6.20)$$

$$t_{d2} = \frac{372 \cdot 0,16}{8,5 \cdot 3} = 2,3 \text{ мин}$$

Расчетное время эвакуации рассчитывается по формуле (21):

$$t_p = t_{н.э} + t_1 + t_{d1} + t_2 + t_3 + t_4 + t_4 + t_5 + t_{d2}, \quad (6.21)$$

$$t_p = 4,1 + 0,21 + 0,32 + 0,23 + 0,83 + 0,2 + 0,4 + 0,44 + 2,3 = 9,03 \text{ мин}$$

Таким образом, расчетное время эвакуации из бассейна жилого дома меньше допустимого. Поэтому здание, в котором располагается бассейн не обязательно дополнительно оборудовать системой сигнализацией и освещением.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

### 6.3 Расчет Молниезащитных зон зданий

Исходные данные представлены в таблице 6.1:

Таблица 6.1 – Исходные данные

Место расположение объекта		Город Волгоград
Размеры объекта, м	Длина, L	86
	Ширина, S	30
	Высота, H	97
Удельное сопротивление грунта, $\rho$ , Ом·м		180
Зона класса взрыво-пожароопасности и ее Характеристика		П-III
Категория молниезащиты		III
Тип зоны защиты		Зона Б
Степень огнестойкости здания		2
Удельная плотность ударов молнии в землю, п/км <sup>2</sup> ·год		4
Количество поражений объекта молнией, раз/год		-
Расстояние от объекта до молниеотвода, $S_B$ , м		13,8
Радиус зоны защиты $r_x$ на высоте сооружения $h_x$ , м		132,8
Высота молниеотвода, h, м		194
Радиус зоны стягивания, $r_0$ , м		291

Плотность ударов в землю ( $N_q$ ), можно рассчитать по следующей формуле, 1/(км<sup>2</sup>год):

$$N_q = \frac{6,7 \cdot T_d}{100}, \quad (6.22)$$

где  $T_d$  – это среднегодовая продолжительность гроз, ч

$$N_q = \frac{6,7 \cdot 60}{100} = 4$$

Радиусом стягивания ( $r_0$ ):

$$r_0 = 3 \cdot h_x = 3 \cdot 97 = 291 \text{ м}$$

Защищаемый объект относится к 3 категории молниезащиты. К этой категории отнесены объекты, последствия поражения которых связаны с

меньшим материальным ущербом, чем при наличии взрывоопасной среды. Сюда относятся здания и сооружения с пожароопасными помещениями или строительные конструкции низкой огнестойкости, большие общественные здания, высокие сооружения типа труб, башен, монументов.

Внешняя молниезащитная система (МЗС) изолируется от сооружения отдельно стоящим стержневым молниеотводом.

Находим расстояние от защищаемого объекта до опоры токоотвода:

$$S_b = 3 + 0,01 \cdot (\rho - 100) = 3 + 0,01 \cdot (180 - 100) = 3,8 \text{ м}$$

Для зданий и сооружений высотой более 30 м,  $S_b$  должно быть увеличено на 1 м на каждые 10 м высоты объекта.

$$S_b = 13,8 \text{ м}$$

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой  $h$  представляет собой круговой конус рисунок 6.2, вершина которого находится на высоте  $h_0 < h$ . На уровне земли зона защиты образует круг радиусом  $r_0$ .

Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения  $h_x$  представляет собой круг радиусом  $r_x$ .

$$h = \frac{r_0}{1,5} = \frac{291}{1,5} = 194 \text{ м}$$

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 194 = 178,5 \text{ м}$$

$$r_x = 1,5 \cdot \left( h - \frac{h_x}{0,92} \right) = 1,5 \cdot \left( 194 - \frac{97}{0,92} \right) = 132,8 \text{ м}$$

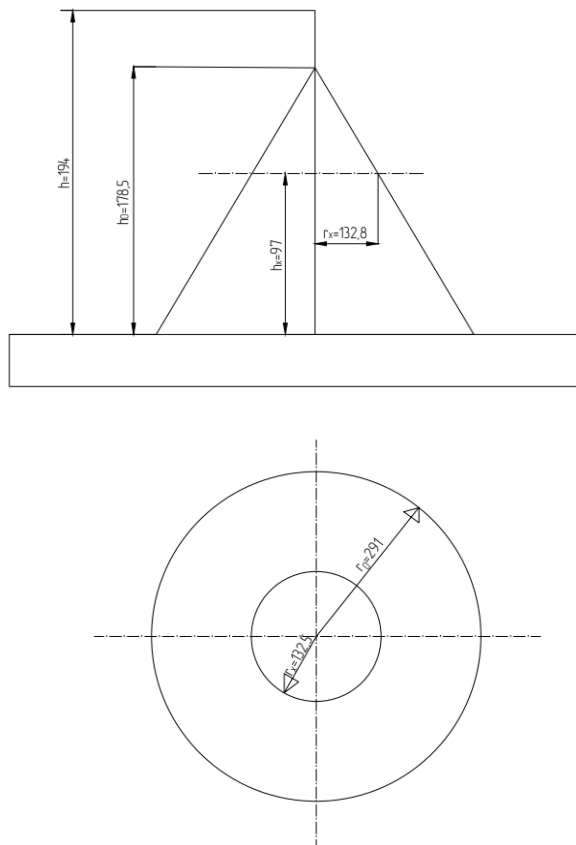


Рисунок 6.2 – зона защитного одиночного строжневого молниеотвода  
 Вывод по разделу шесть:

Подобрали вентиляционную установку в бассейн, установили время эвакуации из бассейна, а так же рассчитали молниезащиту здания.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

## 7 ЭКОЛОГИЯ

### 7.1 Оценка загрязнения окружающей среды при формировании котлована экскаватором

В соответствии с заданием была выполнена оценка загрязнения окружающей среды при формировании котлована экскаватором Volvo 480.

Загрязнение атмосферного воздуха происходит из-за сжигания дизельного топлива в двигателе.

В соответствии с календарным планом строительства, работа выполняется экскаватором 39 дней по 8 часов.

Средний расход топлива составляет 23 л [7].

Массу сгоревшего топлива  $M_c$  при работе экскаватора Volvo 480 за час работы определяют по формуле:

$$M_c = V * \rho, \quad (7.1)$$

где  $V$  – объем топлива, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность, для дизельного топлива 860 кг/м<sup>3</sup>.

$$M_c = \frac{23}{1000} * 860 = 19,78 \text{ кг}$$

Тогда за 8 часов работы экскаватор израсходует:

$$M_c = 19,78 \cdot 8 = 158,24 \text{ кг.}$$

Масса сгоревшего топлива за 39 дней:  $M_c = 158,24 \cdot 39 = 6171,36 \text{ кг.}$

При сгорании дизельного топлива образуются следующие загрязняющие вещества: оксид углерода - CO, оксид азота – NO<sub>2</sub>, оксид серы – SO<sub>2</sub>, углеводорода - CH, твердые частицы - С, бензапирены.

Массу выброса каждого загрязняющего вещества  $M_i$  при неконтролируемом горении определяют по формуле [2]:

$$M_i = q_i \cdot M_c, \quad (7.2)$$

где  $q_i$  – удельный выброс, кг/кг [2], см. табл. 7.1.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Результаты расчета по формуле 7.2 - массы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от работы экскаватора марки Volvo 480, приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Состав и масса загрязняющих веществ, произведенных экскаватором за 8 часов работы на котловане

Химическое вещество	Удельный выброс загрязняющих веществ $q_i$ , кг/кг	Масса загрязняющих веществ $M_i$ , кг
CO	0,32	50,6
CH	0,11	17,3
NO <sub>2</sub>	0,18	28,44
SO <sub>2</sub>	0,048	7,58
C	0,078	12,32
Бензапирен	$2,4 \cdot 10^{-4}$	0,039

Относительного ущерба от вредных выбросов Q при работе одного экскаватора определяется по формуле:

$$Q = \sum M_i \cdot p_i, \quad (7.3)$$

где  $p_i$  – коэффициент опасности.

Результаты расчета приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – относительный ущерб от вредных выбросов экскаватором в атмосферу

Химическое вещество	Масса вредных компонентов $M_i$ , кг	Коэффициент опасности, $p_i$	Относительный ущерб, Q
CO	50,6	0,4	20,24
CH	17,3	0,7	12,11
NO <sub>2</sub>	28,44	16,2	466,41
SO <sub>2</sub>	7,58	20	149,6

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	-------	------	--------	---------	------

Продолжение таблицы 7.2

Химическое вещество	Масса вредных компонентов $M_i$ , кг	Коэффициент опасности, $p_i$	Относительный ущерб, $Q$
С	12,32	50	616
Бензапирен	0,039	12500	487,5
Итого			1751,86

Плата за ущерб в денежном выражении, руб:

$$П = 1,324 \cdot Q, \quad (7.4)$$

где  $Q$  – относительный ущерб.

$$П = 1,324 \cdot 1751,86 = 2319,46 \text{ руб.}$$

Плата за ущерб в денежном выражении за 39 дней работы, руб:

$$П = 2319,46 \cdot 39 = 90458,94 \text{ руб.}$$

Вывод по разделу семь:

В разделе определена масса загрязняющих веществ при работе экскаватора и плата за загрязнения среды в размере 90458,94 руб.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 8 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

### 8.1 Локальная смета на общестроительные работы

Сметная документация к проекту «28-этажного жилого дома в г. Волгоград». Площадка строительства расположена в центральном районе города Волгограда. Смета была составлена в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», «Инструкцией о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП 11-01-95 и «Методика по определению стоимости строительной продукции на территории РФ МДС 81-35.2004».

Расчёт осуществлен в программном комплексе Гранд-СМЕТА.

Сметные затраты на рабочую силу устанавливаются в ФЕР на уровне базовых цен (издание 2014 г.) с пересчетом в текущих ценах по состоянию на 2-й квартал 2017 года базисно-индексным методом.

Накладные расходы принимаются в соответствии с «Методическими указаниями по определению величины накладных расходов в строительстве МДС 81-35.2004» (Постановление Госстроя РФ от 12.01.2004 г. №6), Сметная прибыль принимается в соответствии с положением Методических указаний по определению величины сметной прибыли в строительстве МДС 81-25.2001 (Постановление Госстроя РФ от 28.02.2001 №15 и письмо Федерального агентства по строительству и ЖКХ от 18.11.2004 № АП-5536/06)

Индекс изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ на 2-й квартал 2020 года равен 7,48 на основании письма Министерства Строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Министерства строительства России) от 26.03.2017г №8802-ХМ/09 при строительстве многоквартирного монолитного жилого дома в городе Волгоград.

Локальная смета на общестроительные работы представлена в приложении А.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
							114
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		



Технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. измерения	
Строительный объем	м <sup>3</sup>	168000
Общая площадь здания	м <sup>2</sup>	49748
Сметная стоимость в базовых ценах	тыс. руб	87832775,94
Сметная стоимость в текущих ценах на 2 кв. 2020г	тыс. руб	961736329,74
Стоимость 1 м <sup>2</sup> в базовых ценах	руб.	19332160
Стоимость 1 м <sup>2</sup> в текущих ценах	руб.	1765554
Стоимость 1 м <sup>3</sup> в базовых ценах	руб.	5724621
Стоимость 1 м <sup>3</sup> в текущих ценах	руб.	522814
Трудоемкость чел./час	чел. час	407658,57
Трудоемкость маш./час	маш. час	16112,49
ФОТ в базовом уровне цен	тыс.руб.	3872,138
Продолжительность строительства	мес.	41

## 8.2 Сравнение вариантов конструктивных решений элементов здания

Сравниваться будут свайный и плитный фундамент.

Технико-экономические показатели представлены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Технико-экономические показатели для сравниваемых вариантов

Наименование	Вариант 1 (плитный фундамент)	Вариант 2 (свайный фундамент)
Сметная стоимость, тыс. руб.	43040,541	47029,560
Трудоемкость, чел. час	4733,41	8146,71
Трудоемкость, маш. час	795,85	3047,48
Сметная стоимость 1 м <sup>2</sup> , руб.	865,17	945,35

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ФГТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР

Лист

115

Первый вариант перегородок является современным и соответствует стандартам пожарной безопасности, хорошо зарекомендовали себя на рынке, монолитная железобетонная плита – самый популярный на сегодня тип фундамента, благодаря его использованию продлевается срок эксплуатации. Именно по этой причине было принято такое конструктивное решение в дипломном проекте.

Выводы по разделу восемь:

– в экономической части дипломного проекта составлена локальная смета, которая включает основные общестроительные работы и отражает реальную стоимость строительства данного объекта в текущем уровне цен;

– производится сравнение вариантов конструктивных решений по самым важным критериям сравнения: стоимости и трудоемкости;

– в проекте применяется наиболее экономически выгодный вариант конструктивного решения, что продиктовано современными требованиями к проектированию и строительству.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе на монолитный 28-этажный жилой дом в городе Вологограде, разработаны и раскрыты вопросы проектирования по следующим разделам:

- Архитектурно-строительная часть – приведена общая характеристика площадки строительства, определено конструктивное решение здания, приведены основные требования, предъявляемые к заданию, разработаны планы этажей, разрезы, произведен теплотехнический расчет покрытия, перекрытия, наружной стены;
- Расчетно конструктивная часть – выполнен ручной расчет фундамента и продавливание плиты перекрытия от колонны, также выполнен расчет каркаса здания в ПК «САПФИР»;
- Организационно-технологическая часть – разработан календарный план производства работ на весь период строительства. Графическая часть представленная строительным генеральным планом на период возведения надземной части технологическими картами на производство землянных работ, возведении фундаментов, монолитной плиты перекрытия, монолитных стен.
- Безопасность жизнедеятельности – выполнен расчет вентиляции бассейна, время и путь эвакуации, а также расчет молниезащитных зон;
- Экология – выполнена оценка загрязнения окружающей среды при формировании котлована экскаватором Volvo 480;
- Экономическая часть – разработана сметная документация на строительство объекта, приведены технико-экономические показатели и сравнения экономических вариантов.

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		117

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СНиП 23-01-99. «Строительная климатология и геофизика».
- 2 СНиП 21-01-97. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
- 3 СНиП 2.04.07-86\* «Тепловые сети»
- 4 ГОСТ 25100-95. «Грунты. Классификация»
- 5 СНиП II-9-78 «Инженерно-геодезические изыскания»
- 6 СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах»
- 7 ГОСТ 20522-96 «Грунты. Методы статической обработки результатов испытаний»
- 8 СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений» М, (выпуск 1995 г)
- 9 ГОСТ 21.302-96 «Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям» М., 1996
- 10 ГЭСН-2001-01 Земляные работы
- 11 СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»
- 12 СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений»
- 13 СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство фундаментов зданий и сооружений»
- 14 Б.И. Далматов. Механика грунтов, основания и фундаменты. 1998
- 15 СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты
- 16 ГОСТ 5781-82 Арматура ЖБК
- 17 СНиП 3.01.01-85\* «организация строительного производства»
- 18 СНиП III-4-80\* «Техника безопасности в строительстве»
- 19 СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»
- 20 ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарных строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ»
- 21 ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий»
- 22 МДС 81.35-2004
- 23 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		118

25 СП 3-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»

26 ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы

27 СНиП 3.08.01-85 «Рельсовые пути башенных кранов»

28 ГОСТ 12.1.004-85 «Пожарная безопасность»

29 ГОСТ 12.1.013-78 «Строительство.Электробезопасность»

30 ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные»

31 ГОСТ 12.2012-75 «Приспособления по обеспечению безопасного производства работ»

						ФТТ-408.08.03.01.2020.249.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		118