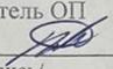


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ИРРИГАЦИИ»

«Допущена к защите»

Руководитель ОП

 Ж. Е. Ескермесов
/подпись/ /Ф.И.О./

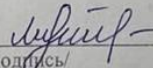
« » 2026 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: Пожарное депо в г. Каратау Жамбылской области

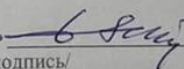
ОП: 6B07316 - Строительство и эксплуатация зданий и сооружений
/шифр и наименование/

Выполнил


/подпись/

Чернышова М.О.
/Ф.И.О./

Научный руководитель


/подпись/

к.т.н., проф. Усенбаев Б.
/Ф.И.О. ученая степень, ученое звание/

Тараз 2026г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ИРРИГАЦИИ»

Образовательная программа 6B07316 - Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта (работы)

Студенту (ке) Чернышова М.О.
/Ф.И.О./

Тема проекта (работы) Пожарное депо в г. Каратау Жамбылской области

утверждена приказом по вузу № _____ от « _____ » _____ 2025 г.

Срок сдачи законченного проекта (работы) « _____ » _____ 05 _____ 2026 г.

Исходные данные к проекту (работе) Инженерные геологические данные местности, начальные объемно-планировочные и конструктивные решения объекта, район строительства, краткая характеристика технологического процесса - назначение здания; объемно-планировочное решение проектируемого здания - паспорт здания; географический пункт строительства, план земельного участка строительства в горизонталях; источники инженерного обеспечения, теплоснабжения, водоснабжения, энергоснабжения, канализация, задание по архитектурно-строительной части, задания по расчетно-конструктивной части, указания по проектированию технологии и организации строительства, указания по экономической части проекта и климатологические данные

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте (работе) вопросов или краткое содержание дипломного проекта (работы):

- а) Архитектурно-строительная часть с разработкой вопросов планировочных и конструктивных решений, генплана, инженерных сетей и теплотехнического расчета.
- б) Расчетно-конструктивная часть с разработкой вопросов расчетов основных несущих элементов для 2-3 вида конструкции
- в) Организационно-технологическая часть с разработкой вопросов строй генплана-технологических циклов календарного графика в комплексе экономических расчетов охраны труда, техники безопасности и вопросов экологии)

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1) Фасады, планы, разрезы, узлы, рабочие чертежи основных несущих элементов, календарный график производства работ

1. Байков В.М., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс.-М.: Стройиздат, 1985-782с
2. Хамзин С.К Құрылыс өндірісінің технологиясы /курстық және дипломдық жобалау – Алматы. А.тілі 1996ж. Маклакова Т.Т. Архитектура гражданских и промышленных зданий. –М.: Стройиздат,1981.-368с.
3. СНиП РК 2.04-03-2002 Строительная теплотехника.
4. СНиП РК2.04.01-2001 Строительная климатология.
5. СНиП 2.03.01-84-Бетонные и железобетонные конструкции

Консультации по проекту (работе) с указанием относящихся к ним разделов проекта (работы)

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
1. Архитектурная часть	Инкарбеков Н.О.	15.03.26	
2. Конструктивная часть	Усенбаев Б.У.	15.04.26	
3. Организационно-технологическая часть	Султанаев К.	30.04.26	
4. Экономическая часть	Медетов А.	10.05.26	
5		20.05.26	

ГРАФИК

выполнения дипломного проекта (работы)

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
	1. Архитектурная часть	15.03.26	
	2. Конструктивная часть	15.04.26	
	3. Организационно-технологическая часть	30.04.26	
	4. Экономическая часть	10.05.26	
	5.		

Дата выдачи задания «_____» _____ 2026 г.

Руководитель ОП

/подпись/

Ж. Е. Ескермесов
/Ф.И.О./

Руководитель
проекта (работы)

/подпись/

Усенбаев Б.
/Ф.И.О./

Задание принял к исполнению

Студент

/подпись/

Чернышова М.О.
/Ф.И.О./

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
Раздел 1. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ	
1.1. Общая часть.....	3
1.2. Грунтовые и гидрогеологические условия.....	3
1.3. Генеральный план.....	4
1.4. Источники тепло-, водо-, электро-, газоснабжения.....	5
1.5. Технологические решения.....	5
1.6. Объёмно-планировочные решения.....	7
1.7. Конструктивные решения	8
1.8. Противопожарные мероприятия.....	8
1.9. Антикоррозийные мероприятия.....	8
1.10. Инженерное оборудование, сети и системы.....	8
1.11. Теплотехнический расчет.....	9
Раздел 2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ	
2.1. Расчёт и конструирование ригеля.....	11
2.1.1. Определение усилий в ригеле.....	11
2.1.2. Расчет прочности ригеля по нормальным сечениям.....	13
2.1.3. Расчет прочности ригеля по наклонным сечениям.....	14
2.2. Расчет и конструирование колонн.....	15
2.2.1. Определение усилий в средней колонне.....	15
2.2.2. Расчет прочности средней колонны.....	15
2.2.3. Конструирование арматуры колонны	16
2.3. Расчет и конструирование фундаментов под колонну.....	16
2.3.1. Определение размера стороны подошвы фундамента.....	16
2.3.2. Определение площади арматуры фундамента.....	17
Раздел 3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	
3.1. Выбор методов производства работ.....	18
3.2. Подсчет объемов земляных работ	22
3.3. Вертикальная планировка площадки.....	23
3.4. Временные выемки.....	26
3.5. Расчет календарного графика строительства.....	33
Раздел 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	
4.1. Сметная стоимость строительства и порядок ее составления.....	34
4.2. Определение расчетной стоимости строительства.....	34
4.3. Основные технико-экономические показатели.....	35
Список литературы.....	36

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте на тему «Пожарное депо на 4 автомобиля в городе Каратау Жамбылской области» отражены задачи в области строительства, задачи при проектировании общественного здания, а так же предложено архитектурно-конструктивное, технологическое и экономическое решений.

Обоснованы генплан, объемно-планировочные и конструктивные решения. Основные несущие конструкции конструированы и запроектированы на основе расчетов.

При разработке данного дипломного проекта, учтены требования Строительных Норм и Правил Республики Казахстан.

В дипломном проекте акцентировано внимание на необходимости усиления конструкций для повышения сейсмостойкости зданий в сейсмических районах, а так же использовании наиболее рациональных конструктивных форм и методов расчета. Дипломный проект содержит:

7 листов графической части; 40 страниц пояснительной записки.

АНДАТПА

«Жамбыл облысы Қататау қаласындағы төрт автокөлік депосы» тақырыпты дипломдық жобада темірбетон есебі, қоғамдық ғимараттың жобалауы, сәулетшілік – конструктивтік шешім бойынша ұсыныс жасалған.

Бас жоспар, көлемді-орналастыру және конструктивтік шешімдер дәлелделген. Негізгі көтеруші құралымдар есептеулердің негізінде құрастырылып жобаланған.

Дипломдық жобаның мәліметінің жанында, Қазақстан республикасының құрылыс мөлшері мен ережелерінің талабы ескерілген.

Дипломдық жобада сейсмикалық аудандардағы ғимараттардың сейсмотөзімділігінің жоғарылатуы, өте тиімді конструктивтік формалар және есептеудің әдістерінің қолдануы үшін конструкциялардың күшейтілуі қажеттілігі акценттеген.

Дипломдық жоба: график бөліктен 7 парақ; түсініктемеден 40 бет.

ABSTRACT

In the degree project on a subject «Design of fire depot on 4 cars of the V-th type in the city of Zhanatas of the Sarysuysky region of Zhambylsky area» tasks in the field of ferro-concrete construction, a task are reflected at design of a public building and as the architectural and constructive decision is offered.

The general plan, space-planning and constructive decisions are proved. The main bearing designs are designed and designed on the basis of calculations. When developing this degree project, requirements of Construction Norms and Rules of the Republic of Kazakhstan are considered. In the degree project the attention to need of strengthening of designs for increase of seismic stability of buildings in seismic countries, and as use of the most rational constructive forms and calculation ethods is focused.

The degree contains: 7 of a graphic part; 40 pages of the explanatory note.

Введение

Основным назначением строительства всегда являлось создание необходимой для существования человека жизненной среды, характер и комфортабельность которой определялись уровнем развития общества, его культурой, достижениями науки и техники. «Эта жизненная среда, называемая архитектурой, воплощается в зданиях, имеющих внутреннее пространство, комплексах зданий и сооружений, организующих наружное пространство - улицы, площади и города.

Строительство означает также производственный процесс возведения этих зданий и сооружений, включая их последующий ремонт, реконструкцию, перепрофилирование, гарантийную эксплуатацию.

Сокращение затрат в архитектуре и строительстве осуществляется рациональными объемно - планировочными решениями зданий, правильным выбором строительных и отделочных материалов, облегчением конструкции, усовершенствованием методов строительства. Главным экономическим резервом в градостроительстве является повышение эффективности использования земли.»¹

В каждом здании и помещении различают главные функциональные процессы (функции) и подсобные (вспомогательные). Комплекс требований определяет научную сторону проектирования, которая основывается на всестороннем исследовании протекающего в помещении процесса. Комплекс требований включает: физико-технические - к искусственной среде, воздушной среде, световому и акустическому режимам; технические - к материальному воплощению пространственной среды, включая прочность, устойчивость и долговечность несущих и ограждающих конструкций, санитарно - технического и инженерного оборудования, пожарную безопасность и, наконец, архитектурно-художественные требования к решению внешнего вида здания и его интерьеров. Результат исследования этих требований позволяет установить состав помещений и их оборудования, геометрические параметры, группировку и взаимосвязь помещений, направление движения и величины людских потоков, требуемые физические параметры среды, а также технические данные для проектирования конструкций, санитарно-технического и инженерного оборудования общественных зданий. Результаты исследований используются в разработке альбомов чертежей планировочных нормалей отдельных помещений общественных зданий различного назначения, служащих дополнением к нормам проектирования.

Проектирование промышленных сооружений – сложная задача, имеющая определенную специфику. При разработке данного проекта к студентам предъявляются следующие требования:

- разобраться в основах функционирования промышленного объекта;
- обеспечить ясность и четкость конструктивно-планировочного решения здания;
- найти средства формирования образа современного промышленного сооружения.

1. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

1.1. Общая часть

«Здание пожарного депо на 4 автомобиля расположено по адресу: Жамбылская область, город Каратау.

Проект разработан на основании задания на проектирование, выданное руководителем проекта на разработку дипломной работы.

Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки для IIIА -27°C, для IIIВ -30°C, для IVГ -25°C.

В соответствии с СН РК 1.02-01-2009 «Инструкция по типовому проектированию» п. 5.3 приняты следующие условия строительства:

- нормативное значение веса снегового покрова - 0,50 кПа (50 кгс/м²),
- нормативное значение ветрового давления - 0,23 кПа (23 кг/м²), тип местности «В».»²

1.2. Грунтовые и гидрогеологические условия

Грунты основания - мелкие пески; грунты непучинистые, непросадочные со следующими нормативными характеристиками:

Угол внутреннего трения	$f_{in} = 0,49$ рад (280)
Модуль деформации	$E = 18,0$ МПа (180 кгс/см ²)
Плотность грунта	$\rho = 1,8$ т/м ³
Коэффициент пористости	$u = 0,75$

1.3. Генеральный план

Проектом предложено принципиальное решение генерального плана. Площадь участка - 1,00 Га. Размеры участка 125x80 м приняты с учетом размещения площадок: 100 метровой учебно-тренировочной с препятствиями, баскетбольно-волейбольной, для отдыха, стоянки личного транспорта, сбора мусора, детской игровой и хозяйственной.

Таблица 1. Техничко-экономические показатели

№ п.п.	Наименование	Ед. изм.	Площадь (предполагаемая)	%
1	Площадь участка	га	1,00	100
2	Площадь застройки	м ²	1882,55	18,8
3	Площадь покрытий в том числе:		3044	
	-асфальтобетонное	м ²	1750	17,5
	-брусчатка	м ²	57/88	0,57/0,88
	-спец. смесь	м ²	1237	22,4
4	Площадь озеленения	м ²	5073	50,7

Вертикальная планировка. В первый этап включены объекты земляных работ подготовительного периода, а также снос существующих строений и очистка от мусора, выемка грунта до планировочных отметок с перемещением его в полезную насыпь.

Благоустройство территории является важнейшим этапом освоения участка. Оно заключается в проведении целого комплекса мероприятий,

направленных не только на придание территории эстетически привлекательного внешнего вида в плане ландшафтного дизайна.

Работы по благоустройству и озеленению ведутся в следующем порядке:

- Отвод участка, прокладка его границ;
- Проведение геодезического обследования, разбивка участка;
- Подготовка территории к дальнейшим мероприятиям;
- Планировка и проектирование, устройство дренажной системы, прокладка коммуникаций, монтаж систем освещения и полива, создание искусственных водоемов;
- Обустройство зон отдыха, спортплощадок, дорожек, установка лестниц;
- Посадка плодовых деревьев, кустарников, травянистых растений, оборудование цветников, бордюров и клумб, разбивка газонов;
- Выполнение текущего ремонта объектов благоустройства, уход за растениями.

Озеленение. Проведение работ по ландшафтному озеленению можно разделить на несколько этапов. На первом этапе выполняется исследование геодезических особенностей участка, производится его планировка с учетом особенностей рельефа территории, структуры почвы, экологии и прочих важных факторов.

Источники тепло-, водо-, электроснабжения и вентиляции.

Водопровод - городская;
канализация - центральная;
теплоснабжение - от сети;
вентиляция - естественная и принудительная;
освещение - естественное и искусственное.

1.4. Технологические решения

Технологическая часть комплекса пожарного депо на 4 автомобиля 11 типа выполнена, на основании: - технического задания утвержденного Заместителем председателя Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Вице-министром по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан;

«- закона Республики Казахстан "О республиканском бюджете на 2012-2016 годы" от 29 ноября 2010 года № 357-IV;

- эскизного проекта, согласованного Заместителем председателя Агентства Республики Казахстан по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Вице-министром по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан.

В соответствии с требованиями государственных нормативов, действующих в Республике Казахстан:

СН РК 2.02.-30-2005. "Нормы проектирования объектов органов противопожарной службы",

В комплекс пожарного депо на 4 автомобиля V типа входят:

- I. Пожарное депо,
- II. Контрольно-пропускной пункт,
- III. Учебно-тренировочный комплекс,
- IV. Подземный резервуар вместимостью 50 м² - 2 шт,

V. Жилой дом для сотрудников IV класса. »⁴

Пожарное депо на 4 автомобиля V типа - отдельно стоящее двухэтажное здание. В состав здания пожарного депо входят: - помещение пожарной техники; - пункт связи; - рукавный участок; - склады противопожарного оборудования и инвентаря; - учебная башня; - башня для сушки рукавов;

- административно-бытовые помещения.

В подвале здания располагаются складские и технические помещения.

На втором этаже размещаются административные, служебные и бытовые помещения, места отдыха дежурных смен.

Помещение пожарной техники

Помещение пожарной техники предназначено для стоянки подвижного состава пожарного депо. В соответствии с назначением, предусмотрена стоянка на 2 автомобиля.

Для каждого автомобиля предусматривается отдельная стоянка с обозначением габаритов и установкой упоров для задних колес. На передней стене у каждых ворот устанавливаются зеркала заднего обзора, размером 1х0.4 м. Стеллажи для боевой одежды личного состава расположены сзади от пожарных автомобилей.

Пост технического обслуживания.

Пост ТО оснащен смотровой канавой, гаражным оборудованием для замены масла, прокачки тормозных систем, домкратом, компрессором, гидравлическим прессом и т.д. *Рукавный участок*

Использованные на пожаре или учении рукава доставленные на рукавный участок должны полностью оттаять в теплом помещении.

Для сушки рукавов предусмотрена башня, оборудованная специальным устройством для поднятия и сушки рукавов. Рукава подвешиваются на устройство на первом этаже и при помощи тали поднимаются до верха. Для поддержания необходимых параметров воздуха башня для сушки рукавов оборудуется калорифером и приточно-вытяжной вентиляцией.

Для мелкого ремонта рукавов предусмотрен верстак. Крупный ремонт и испытание рукавов должны производиться на рукавной базе и не предусматривается данным проектом.

Помещения чистки, мойки и сушки спецодежды

Спецодежда должна быть чистой и в исправном состоянии, обнаруженные дефекты пожарный обязан устранить самостоятельно.

В термокамере предусмотрены трап, подвод тепла и вентиляция. Боевая одежда сушится на вешалках, обувь на полках.

Пост ГДЗС

Проверка - вид технического обслуживания, проводимого в целях постоянного поддержания противогаза в исправном состоянии в процессе эксплуатации, проверки исправности и правильности функционирования (действия) узлов и механизмов противогаза.

Проверка противогаза включает: разборку, осмотр, промывку, чистку, дезинфекцию, регулировку узлов, сборку противогаза.

Для проверки противогазов предусмотрены столы, мойки, электросушители, емкость для дезинфекции.

Для хранения противогазов предусмотрены специальные металлические шкафы с ячейками.

Пункт связи

В состав пункта связи входят: диспетчерская, аппаратная, комната отдыха, санузел с комнатой личной гигиены. Диспетчерская расположена смежно с помещением пожарной техники. Из диспетчерской в помещение пожарной техники предусмотрено окно для передачи путевок. Аккумуляторная пункта связи предусматривается в отдельном помещении смежно с пунктом связи.

«Административные и служебные помещения»

В состав административных и служебных помещений пожарного депо входят: кабинет начальника части и заместителя начальника части, приемная, кабинет инспекторов, зал собраний с комнатой инструктора населения. Для зала собраний с комнатой инструктора населения предусмотрены переносной экран, мультимедийный проектор.

Бытовые помещения

Для персонала предусмотрены бытовые помещения: гардеробы с душевыми, комнаты отдыха дежурной смены, помещения разогрева и приема пищи. Гардеробы с душевыми предусматриваются отдельно для верхней и домашней одежды, оснащаются индивидуальными шкафами.

Комнаты отдыха дежурной смены оснащены кроватями и прикроватными тумбами. Каждое место отдыха отделено перегородкой. Кухня оснащена двухгнездной мойкой, столами, микроволновыми бытовыми печами, холодильниками. Помещение пищи рассчитано на одну смену.»⁵

Объемно-планировочные решения

Здание пожарного депо

Объемно-планировочное пожарного депо 11 типа на 4 автомобиля.

Габариты здания 50,9х30,0 м в осях 1-13 п. А-Р соответственно.

Помещение пожарной техники, стоянки резервных автомашин с постом технического обслуживания одноэтажное с высотой помещения -4,5 м

На I этаже Г-образного блока на отметке +0,050 расположены: входная группа, пункт связи, аккумуляторная, кабинет начальника дежурной смены, склад имущества, гардеробная с душевой, мойка и сушка спец.одежды с термокамерой, мастерская с кладовой запчастей, помещение обслуживания и хранения рукавов связанное через галерею с шахтой сушки рукавов примыкающей к учебно-тренировочной башне.

На II этаже на отметке 3,30 м расположены: зал собраний, приемная с кабинетами начальника части и зам. начальника части, учебный класс, комната инструкторов, 3 комнаты отдыха дежурной смены. В холле расположены 2 кабины 1,2х1,2 м со спусковыми столбами

Наружная отделка. В проекте заложены современные долговечные отделочные материалы улучшающие технологические показатели здания, а так же внешний вид - керамогранит, двойное стекло.

Здание жилого дома

Здание одноэтажное, без подвала, прямоугольной формы в плане с размерами в осях 9,2 х 12,0 м, с лоджиями, что способствует выразительному решению главного фасада.

1.5. Конструктивные решения.

Конструктивная схема здания пожарного депо - каркас рамный - пространственная система колонн и ригелей со всеми жесткими узлами соединений, воспринимающая всю совокупность вертикальных и горизонтальных нагрузок, и монолитные железобетонные перекрытия.

Конструктивная схема помещения пожарной техники, стоянки резервных автомашин с постом технического обслуживания - каркасная, вертикальными несущими конструкциями являются колонны, на которые устанавливаются стальные фермы.

«Фундаменты монолитные железобетонные классом бетона В20.

Рамы монолитные железобетонные из бетона классом бетона В15.

Стены подвала монолитные железобетонные.

Перекрытие - монолитное железобетонное из бетона класса В15.

Кровля - выполнена совмещенной с организованным внутренним водостоком, кровля над помещением пожарной техники из сэндвич панелей с минимальным уклоном 10% для профнастила согласно требований СП РК Конструктивная схема здания КПП - несущие кирпичные стены, монолитное железобетонное перекрытие.

Фундаменты ленточные монолитные бетонные кл. В12,5. Глубина заложения фундаментов от уровня планировочных отметок земли 1,0 м.»⁶

1.7. Противопожарные мероприятия.

Здание запроектировано в соответствии со СП РК 2.02-05-2002 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», СП РК 3.02-43-2007 «Жилые здания». Кроме того, деревянные элементы подвергаются антисептированной обработке.

1.9. Антикоррозийные мероприятия.

Антикоррозийные мероприятия выполнить в соответствии с требованиями

СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» и указаниями настоящего проекта.

1.10. Инженерное оборудование, сети и системы.

Хозяйственно-питьевой водопровод. Подача воды к санитарно-техническим приборам и поливочным кранам, а также к технологическому оборудованию, осуществляется подключением трубопровода, из стальных водогазопроводных труб Ø50 по ГОСТ 3262-92 здания из наружных сетей.

Отопление. Температура внутреннего воздуха в помещении обслуживания пожарной техники в соответствии с СН РК 2.02-30-2005 принята плюс 10 °С. В остальных помещениях по соответствующим нормативным документам...

В помещении котельной установлены: низкотемпературные водогрейные котлы для жидкого и газообразного топлива "Vitorond 200" с жидкотопливной горелкой Weishaupt WM-L10/2-A / R мощностью горелки 250 кВт;

Вентиляция проектируемого здания предусматривается приточно-вытяжная с механическим побуждением.

«Газоснабжение. Для строительства внутреннего газопровода низкого давления в соответствии с действующими нормами приняты стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-92.

Электроснабжение и электрооборудование. Электроснабжение осуществляется по двум взаиморезервируемым линиям от местных электрических сетей напряжением 380/220В.

1.11 Теплотехнический расчет

1.11.1. Общие положения

Знание характеристик климата местности позволяет лучшим образом вписать здание в природу, максимально приспособить его к природным особенностям данной местности.

-климатический район - II В;

-температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки - 26°C

2.2. Теплотехнический расчет наружной ограждающей конструкций

- а) Чердачное покрытие: 1. Цементная стяжка $\delta = 25$ мм
2. Утеплитель - керамзитовый гравий $\gamma = 500$ кг/м³
3. Пароизоляция $\delta = 0,01$
4. Ж/Б плита $\delta = 220$ мм»⁷

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций из санитарно – гигиенических и комфортных условий:

$$R_{0mp} = n (t_b - t_p) / \Delta t_n \alpha_b;$$

$$R_{0mp} = 0,002 * D_d + 0,8;$$

где, $n = 1$ (по табл.3 * СП РК 2.04 – 03 – 2002);

$t_b = -26^0C$ – для Каратау по табл.1 СН РК 2.04-01-2001 г. для наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

$t_p = +20^0C$ (по табл. 4 * СП РК 2.04-21-2004);

$\alpha_b = 8,7 * B_m / (M^2 * ^0C)$; (по табл. 4 * СП РК 2.04-03-2002);

$\Delta t_n = 4,5 ^0C$ (по табл. 2* СП РК 2.04-03-2002);

$R_{0mp} = 1(20+26) / 4,5*8,7 = 1,17 B_m / (M^2 * ^0C)$;

Тоже из условий энергосбережения:

По табл. 1 * СП РК 2.04-03-2002 в зависимости от градусо – сутки отопительного периода (ГСОП) $G_{COP} = (t_b - t_{от.пер.}) Z_{от.пер.}$;

$t_{от.пер.} = -0,7^0C$ по табл. СНиП РК 2.04-01-2001

$Z_{от.пер.} = 162$ суток по табл. СНиП РК 2.04-01-2001

$G_{COP} = (20 + (-0,7)) * 162 = 3353,4 \Rightarrow R_{0mp}^{(max)} = 2 M^2 * ^0C / B_m$

В расчет принимаем $R_{0mp}^{(max)} = 2 M^2 * ^0C / B_m$

Определяем сопротивление теплопередаче R_0 ограждающих конструкций по формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{\text{в}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + 1/\alpha_{\text{в}};$$

$$\alpha_{\text{в}} = 26 \text{ (по табл.6* СНиП РК 2.04-03-2002)};$$

R_1, R_2, R_3, R_4 – термическое сопротивление слоев конструкций:

Цементная стяжка: $\delta = 25 \text{ мм}; \lambda = 0,76$;

$$R_1 = 0,025 / 0,76 = 0,0329;$$

Керамзитовый гравий: $\delta = x$; $\lambda = 0,14$; $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$;

$$R_2 = x / 0,14;$$

Пароизоляция (слой рубероида): $\delta = 1,5 \text{ мм}; \lambda = 0,17$;

$$R_3 = 0,015 / 0,17 = 0,088;$$

Ж/Б плита: $\delta = 220 \text{ мм}; \lambda = 1,92$;

$$R_4 = 0,22 / 1,92 = 0,11;$$

$$R_0 = 1/8,7 + 0,0329 + x/0,14 + 0,088 + 0,11 + 1/26 =$$

$$0,1149 + 0,0329 + x/0,14 + 0,088 + 0,11 + 0,038 = 0,3838 + x/0,14;$$

$$R_{0\text{пр}}^{\text{(max)}} \Rightarrow 0,3838 + x/0,14 = 2$$

$$x = 0,226 \text{ окончательно принимаем } \delta = 250 \text{ мм}$$

б) Наружная стена: 1. штукатурный слой по сетке $\delta = 40 \text{ мм}$;

2. жесткая минераловатная плита $\gamma = 200 \text{ кг/м}^3$;

3. кирпичная стена $\delta = 510 \text{ мм}$;

4. штукатурный слой $\delta = 20 \text{ мм}$;

Штукатурный слой: $\delta = 40 \text{ мм}; \lambda = 0,70; R_1 = 0,04 / 0,70 = 0,057$;

Слой утеплителя: $\delta = x; \lambda = 0,052; R_2 = x / 0,052$;

Кирпичная кладка: $\delta = 510 \text{ мм}; \lambda = 0,64; R_3 = 0,51 / 0,64 = 0,797$;

Штукатурный слой: $\delta = 20 \text{ мм}; \lambda = 0,70; R_4 = 0,02 / 0,70 = 0,29$;

$$R_0 = 0,115 + 0,06 + x/0,052 + 0,797 + 0,04 = 1,012 + x/0,052;$$

$$R_0 = R_{0\text{пр}}^{\text{(max)}} = 2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

$$1,012 + x/0,052 = 2$$

$$x = 0,051 \text{ окончательно принимаем: } \delta = 50 \text{ мм};$$

2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

«2.1. Расчет и конструирование ригеля

«Исходные данные:

Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_n = 0,95$

Количество этажей $n_{\text{эт}} = 2$

Высота этажей $h_{\text{эт}} = 3,3 \text{ м}$

II снеговой район, $S_0 = 0,8 \text{ кПа}$

Прочностные характеристики материалов:

Бетон класса В15: $R_b = 8,5 \text{ МПа}$, $R_{bt} = 0,75 \text{ МПа}$, $E_b = 23000 \text{ МПа}$;

Арматура класса:

- А-I ($R_s = 225 \text{ МПа}$, $R_{sc} = 225 \text{ МПа}$, $E_s = 210000 \text{ МПа}$)

- А-III $\emptyset 10 \dots 40$ ($R_s = 365 \text{ МПа}$, $R_{sc} = 365 \text{ МПа}$, $E_s = 200000 \text{ МПа}$)

2.1.1. Определение усилий в ригеле

Таблица 3. Нагрузки на конструкцию (Н/м²)»⁸

Виды нагрузок	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка
А. Постоянные нагрузки			
- вес плиты перекрытия $\sigma_{red} \cdot \gamma_{жб} = 0,16 \cdot 25000$	4000	1,1	4400
- утеплитель	1480	1,3	1924
- цементно-песчанная стяжка $0,02 \cdot 22000$	440	1,3	572
Итого	$g_n = 5920$		$g = 6896$
Б. Временная нагрузка	$v_n = 2000$		
в том числе			
- длительная	$v_{ldn} = 1600$	1,2	$v_{ld} = 1920$
- кратковременная	$v_{lcn} = 400$	1,2	$v_{lc} = 480$
Полная нагрузка		$g+v=$	9296

Вычисляем расчетную нагрузку на 1 м длины ригеля.

Определяем собственный вес ригеля на 1 погонный метр:

$$g_{\text{риг}} = \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot A_{\text{сеч}}^{\text{риг}} \cdot \gamma_{\text{ж.б.}} = 1,1 \cdot 0,95 \cdot 0,16 \cdot 25 = 4,18 \text{ кН/м.}$$

Постоянная нагрузка на 1 погонный метр для ригеля:

$$g = \gamma_n \cdot g_{\text{таб}} \cdot l_1 + g_{\text{риг}} = 0,95 \cdot 6,896 \cdot 5,6 + 4,18 = 33,6 \text{ кН/м.}$$

Временная нагрузка на 1 п.м. ригеля:

$$v = \gamma_n \cdot v_{\text{таб}} \cdot l_1 = 0,95 \cdot 2,4 \cdot 5,6 = 12,8 \text{ кН/м}$$

В том числе:

$$\text{- длительная } v_{ld} = \gamma_n \cdot v_{ld} \cdot l_1 = 0,95 \cdot 1,92 \cdot 5,6 = 10,2 \text{ кН/м;}$$

$$\text{- кратковременная } v_{lc} = \gamma_n \cdot v_{lc} \cdot l_1 = 0,95 \cdot 0,48 \cdot 5,6 = 2,6 \text{ кН/м.}$$

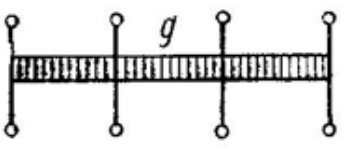
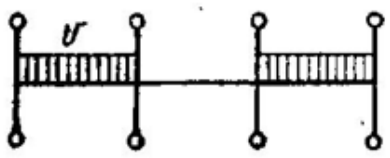
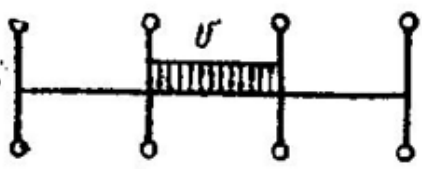
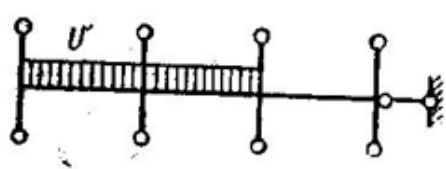
$$\text{Полная нагрузка } g + v = 33,6 + 12,8 = 46,4 \text{ кН/м.}$$

Вычисление изгибающих моментов в расчетных сечениях ригеля.

Сечение ригеля принято $b \times h = 40 \times 40$ см

Сечение колонны принимается равным 40×40 см, длина колонны $l = 6,7$ м.
 Вычисление расчетных моментов от постоянной нагрузки и различных схем
 загрузки временной нагрузки приводится в табличной форме при $k = \frac{I_{\text{риг}} \cdot H_{\text{col}}}{I_{\text{col}} \cdot l_{\text{риг}}} = 0,86$

Таблица 4. Опорные моменты ригеля при различных схемах загрузки

№ №	Схема <u>загрузки</u>	множитель	Опорные моменты, кН*м		
			M_{21}	M_{23}	M_{32}
1		$g \cdot l_2^2 = 33,6 \cdot 5,6^2 = 1054$	$\alpha = -0,108$ -114	$\alpha = -0,096$ -101,2	$\alpha = -0,096$ -101,2
2		Опорные моменты от временных нагрузок			
		$v \cdot l_2^2 = 12,8 \cdot 5,6^2 = 401,4$	$\beta = -0,073$ -29,3	$\beta = -0,035$ -14	$\beta = -0,035$ -14
3		401,4	$\beta = -0,009$ -3,6	$\beta = -0,078$ -31,3	$\beta = -0,078$ -31,3
4		401,4	$\beta = -0,117$ -47	$\beta = -0,112$ -45	$\beta = -0,043$ -17,3
			1+4 -161	1+4 -146,2	1+3 -132,5

Определение пролетных моментов ригелей

«а) в крайнем пролете при схемах загрузки 1+4 опорный момент:

$$M_{12} = 0; M_{21} = -161 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Поперечные силы:

$$Q_{12} = (g + v) \frac{l_2}{2} - \frac{(M_{12} - M_{21})}{l_2} = \frac{46,4 \cdot 5,6}{2} - \frac{0 + 161}{5,6} = 101,17 \text{ кН}$$

$$Q_{21} = (g + v) \frac{l_2}{2} - \frac{(M_{21} - M_{12})}{l_2} = \frac{46,4 \cdot 5,6}{2} - \frac{-161}{5,6} = 158,67 \text{ кН}$$

Проверка правильности определения поперечной силы в первом пролете рамы

$$(g + v) \cdot l_2 = Q_{12} + Q_{21} \Rightarrow (33,6 + 12,8) \cdot 5,6 = 101,17 + 158,67$$

$$259,84 \text{ кН} = 260,3 \text{ кН} - \text{Равновесие}$$

соблюдено

Максимальный пролетный момент:

$$M_{\text{пр1}} = \frac{Q_{12}^2}{2(g + v)} + M_{12} = \frac{101,17^2}{2 \cdot 46,4} + 0 = 110,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

б) опорный момент в среднем пролете

$$M_{23} = M_{32} = -146,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Принимаем опорный момент в среднем пролете при схеме загружения 1+3, что бы получить максимальный пролетный момент:

$$1 + 3 \rightarrow M_{\text{пр2}} = \frac{(g + v)l_2^2}{8} - M_{23} = \frac{46,4 \cdot 5,6^2}{8} - 146,2 = 35,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{23} = Q_{32} = (g + v) \frac{l_2}{2} = \frac{46,4 \cdot 5,6}{2} = 130 \text{ кН}$$

2.1.2. Расчет прочности ригеля по сечениям, нормальным оси

Используя упруго-пластичные свойства бетона, перераспределяем опорные и пролетные моменты в ригеле.

$$M_{23} = M_{32} = 0,85 \cdot 146,2 = 124,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{пр}} = 1,15 \cdot 132,5 = 152,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$x_R = \xi_R \cdot h_0$$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{500} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 8,5 \cdot 0,9 = 0,79$$

$$\xi_R = \frac{0,79}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,79}{1,1}\right)} = 0,655$$

Вычисляем теоретическую рабочую высоту ригеля:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M_{23}}{\alpha_m \gamma_{b2} R_b b}} = \sqrt{\frac{12430000}{0,289 \cdot 0,9 \cdot 8,5 \cdot 40 \cdot 100}} = 33,48 \text{ см}$$

Фактическая: $h_0 = 36 \text{ см.} \gg^9$

Сечение в средней опоре.

Для определения площади рабочей арматуры вычисляем коэффициент

$$\alpha_m(A_0) = \frac{M_{23}}{\gamma_{b2} R_b b h_0^2} = \frac{12430000}{0,9 \cdot 8,5 \cdot 40 \cdot 35^2 \cdot 100} = 0,33$$

По таблице определяем $\eta = 0,79$

$$A_s = \frac{M_{23}}{R_s \eta h_0} = \frac{12430000}{365 \cdot 0,79 \cdot 35 \cdot 100} = 24,02 \text{ см}^2$$

Принимаем 4Ø28 с $A_s^\phi = 24,63 \text{ см}^2$.

Процент перearмирования:

$$\frac{A_s^{\phi} - A_s^{\text{тр}}}{A_s^{\text{тр}}} \cdot 100\% = 2,6\% < 5\%$$

2.1.3. Расчет прочности ригеля по сечениям, наклонным к продольной оси

На средней опоре поперечная сила $Q_{23} = 130$ кН.

Диаметр поперечных стержней устанавливают из условия сварки их с продольной арматурой диаметром $d = 28$ мм и принимают равным $d_{sw} = 8$ мм площадью $A_s = 0,503$ см². При классе А-III $R_{sw} = 285$ МПа; поскольку $\frac{d_{sw}}{d} = \frac{8}{28} = 0,32 < \frac{1}{3}$, вводят коэффициент условий работы $\gamma_{s2} = 0,9$ и тогда $R_{sw} = 0,9 \cdot 285 = 255$ МПа. Число каркасов – 2, при этом $A_{sw} = 2 \cdot 0,503 = 1,006$ см².

Шаг поперечных стержней по конструктивным условиям $s_1 = \frac{h}{3} = \frac{400}{3} \approx 100$ мм, в средней части пролета шаг $s_{12} = 200$ мм.

Вычисляем усилия, воспринимаемые хомутами, пересеченными наклонные трещины на единицу длины: $q'_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_1} = \frac{255 \cdot 1,006 \cdot 100}{20} = 1282,65$ Н/см.

Минимальная поперечная сила, воспринимаемая хомутами, пересеченными наклонными трещинами и сжатым бетоном над этой трещиной:

$$Q_{bwm\min} = 2\sqrt{\varphi_{b2} R_{bt} \gamma_{b2} b h_0^2 q_{sw}} = 2\sqrt{2 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 35^2 \cdot 1282,65 \cdot 100} = 242,5 \text{ кН} > 158,67 \text{ кН}.$$

2.2. Расчет и конструирование колонн

2.2.1. Определение усилий в средней колонне

«Определение продольных сил от расчетных нагрузок.

Сбор нагрузок, действующих на среднюю колонну:

1. От покрытия:

А. постоянная, принимаемая 80% от постоянной расчетной нагрузки от перекрытия - $g_{\text{пок}} = 0,8 \cdot 5521 = 4416,8$ Н/см².

Б. снеговая - $S_0 = 1,4 \cdot 800 = 1120$ Н/см², в том числе:

- длительная - $S_{ld}^{\text{CH}} = 0,3 \cdot 1120 = 336$ Н/см²,

- кратковременная - $S_{cd}^{\text{CH}} = 0,7 \cdot 1120 = 784$ Н/см².

2. От перекрытия (по табл. 1):

А. постоянная - $g_{\text{пер}} = 5521$ Н/м².

Б. временная, с учетом понижающего коэффициента ψ_{A2} и ψ_{n2} :

$$\psi_{A2} = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{\frac{A_c}{A}}} = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{\frac{36}{36}}} = 1,$$

$$\psi_{n2} = 0,5 + \frac{\psi_{A2} - 0,5}{\sqrt{n}} = 0,5 + \frac{1 - 0,5}{\sqrt{2}} = 0,854$$

$$P_{\text{пер}} = \psi_{A2} \psi_{n2} \gamma_f \gamma_n = 1 \cdot 0,854 \cdot 2000 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 1947 \text{ Н/см}^2$$

- длительная

$$P_{ld}^{\text{пер}} = \psi_{A2} \psi_{n2} \gamma_{ldn} \gamma_f \gamma_n = 1 \cdot 0,854 \cdot 1600 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 1558 \text{ Н/см}^2$$

- кратковременная $P_{cd}^{пер} = 389 \text{ Н/см}^2$.

Собственный вес колонны на 1 этаж:

- 1-го этажа - $G_{col 2} = b_k h_k h_{\varepsilon} \gamma_{жб} \gamma_f \gamma_n = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 3,3 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 13,794 \text{ кН}$,

- 2-го этажа - $G_{col 1} = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 3,25 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,95 = 13,585 \text{ кН}$.

Расчетная длина колонны 2-го этажа - $l_0 = 3,25 \text{ м}$, а для 1-го этажа - $l_0 = 3,3 \text{ м}$.»¹⁰

2.2.2. Расчет прочности средней колонны

Характеристики прочности бетона и арматуры. Бетон – В15 с $R_b = 8,5 \text{ МПа}$, арматура – А-III с $R_{sc} = 365 \text{ МПа}$.

Комбинация расчетных усилий: $N = 938,8 \text{ кН}$, в том числе от длительных нагрузок $N_{ld} = 844,92 \text{ кН}$, от кратковременных $N_{cd} = 93,88 \text{ кН}$. Изгибающий момент колонны $M_{col} = 13,32 \text{ кН} \cdot \text{м}$, в том числе $M_{ld} \approx 0,89 M_{col} = 0,89 \cdot 13,32 = 11,85 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Подбор сечений симметричной арматуры $A_s = A'_s$. Рабочая высота сечения $h_0 = h - a = 400 - 40 = 360 \text{ мм}$, ширина $b = 400 \text{ мм}$.

Эксцентриситет силы $e_0 = \frac{M}{N} = \frac{13,32}{938,8} = 1,14 \text{ см}$.

Случайный эксцентриситет: $e_0 = \frac{h}{30} = \frac{40}{30} = 1,33 \text{ см}$ или $e_0 = \frac{l_{col}}{600} = \frac{282}{600} = 0,47 \text{ см}$, но не менее 1 см.

Для расчета принимаем эксцентриситет $e_0 = 1,33 \text{ см}$.

Находим значение моментов в сечении относительно оси, проходящей через центр тяжести наименее сжатой (растянутой) арматуры. При длительной нагрузке

$$M_{tot} = M_{col} + N \left(\frac{h_k}{2} - a \right) = 13,32 + 938,8 \cdot \left(\frac{0,4}{2} - 0,04 \right) = 164 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$\text{Отношение } \frac{l_0}{r_{min}} = \frac{282}{0,289 \cdot 40} = 71,7 > 14.$$

Выражение для критической продольной силы при прямоугольном сечении с симметричным армированием $A_s = A'_s$ (без предварительного напряжения) с учетом, что

$$I_b = r^2 A, I_s = \mu_1 A \left(\frac{h}{2} - a \right)^2; \mu = \frac{2A_s}{A} \text{ принимает вид}$$

$$N_{cr} = \frac{6,4 E_b A}{l^2} \left[\frac{r^2}{\varphi_{l_0}} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha \mu_1 \left(\frac{h}{2} - a \right)^2 \right]$$

$$\text{Для тяжелого бетона } \varphi_l = 1 + \frac{M_{ld}}{M} = 1 + \frac{11,85}{13,32} = 1,89.$$

$$\text{«Значение } \delta = \frac{e_0}{h} = \frac{1}{40} = 0,025 < \delta_{min} = 0,5 - \frac{0,01 l_0}{h_k} - 0,01 R_b = 0,5 - 0,095 = 0,405;$$

принимаем $\delta = 0,405$.

$$\text{Отношение модулей упругости } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{23000} = 8,7.$$

Задаемся коэффициентом армирования $\mu_1 = \frac{2A_s}{A} = 0,012$ и вычисляем критическую силу.»¹¹

$$N_{cr} = \frac{6,4 \cdot 23000 \cdot 40 \cdot 40}{282^2} \left[\frac{11,56^2}{1,89} \left(\frac{0,11}{0,1+0,405} + 0,1 \right) + 8,7 \cdot 0,03 \left(\frac{40}{2} - 4 \right)^2 \right] = 37663,6 \text{ кН.}$$

Вычисляем коэффициент η как

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{1378,8}{37663,6}} = 1,04$$

Значение e равно $e = e_0 \eta + \frac{h}{2} - a = 1 \cdot 1,04 + \frac{40}{2} - 4 = 12,04 \text{ см.}$

Определяем граничную относительную высоту сжатой зоны:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{scu}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,789}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,789}{1,1} \right)} = 0,681$$

где $\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 8,5 = 0,789$.

Определяем:

$$\alpha_n = \frac{N}{\gamma_b R_b b h_0} = \frac{938,8 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 8,5 \cdot 30 \cdot 26 \cdot (100)} = 2,3 > \xi_R = 0,681;$$

$$\xi = \frac{\alpha_n (1 - \xi_R) + 2 \alpha_s \xi_R}{1 - \xi_R + 2 \alpha_s} = \frac{2,3(1 - 0,681) + 2 \cdot 1,62 \cdot 0,681}{1 - 0,681 + 2 \cdot 1,62} = 0,827 > \xi_R = 0,681;$$

$$\alpha_s = \frac{\alpha_n \left(\frac{e}{h_0} - 1 + \frac{\alpha_n}{2} \right)}{1 - \frac{a'}{h_0}} = \frac{2,3 \left(\frac{12,04}{36} - 1 + \frac{2,3}{2} \right)}{1 - \frac{4}{30}} = 1,63 > 0.$$

Определяем площадь арматуры:

$$A_s = A'_s = \frac{N}{R_{sc}} \frac{\frac{e}{h_0} - \frac{\xi \left(1 - \frac{\xi}{2} \right)}{\alpha_n}}{1 - \frac{a'}{h_0}} = \frac{938,8 \cdot 10^3}{365 \cdot 100} \cdot \frac{\frac{12,04}{36} - \frac{0,827 \left(1 - \frac{0,827}{2} \right)}{2,3}}{1 - \frac{4}{40}} = 9,67 \text{ см}^2.$$

«Принимаем 2Ø25А-III с $A_s^\phi = 9,82 \text{ см}^2$; $\mu_1 = 0,0122$ – для определения N_{cr} было принято $\mu_1 = 0,012$ – перерасчет можно не делать.

2.2.3. Конструирование арматуры колонны

Колонна армируется пространственными каркасами, образованными из плоских сварных каркасов. Диаметр поперечных стержней при диаметре продольной арматуры Ø25 мм равен 8 мм; принимаем Ø8 А-I с шагом $s = 200 \text{ мм}$, концы колонн усиливают поперечными сетками.

2.3. Расчет и конструирование фундаментов под колонну

2.3.1. Определение размера стороны подошвы фундамента

Сечение колонны $40 \times 40 \text{ см}$. Усилия колонны у заделки в фундаменте: $N = 938,8 \text{ кН}$, $e_0 = 1,33 \text{ см.}$ ¹²

Ввиду относительно малых значений эксцентриситета фундамент колонны рассчитывают как центрально загруженный. Расчетное усилие $N = 938,8 \text{ кН}$; усредненное значение коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,15$, нормативное усилие $N_{ser} = \frac{938,8}{1,15} = 816 \text{ кН}$.

арматура класса А-III; $R_s = 365$ МПа. Вес единицы объема бетона фундамента и грунта на его обрезах $\gamma = 21,5$ кН/м³.

Высоту фундамента предварительно принимаем равной $H = 100$ см, глубину заложения фундамента $H_1 = 160$ см.

Площадь подошвы фундамента определяем предварительно без поправок R_0 на ее ширину и заложение

$$A = \frac{N_{ser}}{R_0 - \gamma H_1} = \frac{816}{0,3 \cdot 10^6 - (20 \cdot 1,6)10^3} = 1,31 \text{ м}^2.$$

Размер стороны квадратной подошвы $a = \sqrt{1,31} = 1,14$ м. Принимаем размер $a = 1,2$ м (кратным 0,3 м).

Давление на грунт от расчетной нагрузки $P_{max} = \frac{N}{A} = \frac{938,8}{1,2 \cdot 1,2} = 312,65 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} < 1,2R_0 = 1,2 \cdot 300 = 360 \text{ кН/м}^2$.

Рабочая высота фундамента из условия продавливания по выражению:

$$h_0 = -0,25(h_k + b_k) + 0,5 \sqrt{\frac{N}{R_{bt} + P_{max}}} = -0,25(0,4 + 0,4) + 0,5 \sqrt{\frac{938,8}{0,9 \cdot 0,66 \cdot 10^3 + 312,65}} = 0,467 \text{ м}.$$

Полную высоту фундамента устанавливают из условий:

- продавливания - $H = 46,7 + 4 = 50,7$ см;
- анкеровки сжатой арматуры колонны $\varnothing 25$ А-III в бетоне колонны класса В15 - $H = 24d + 25 = 24 \cdot 2,5 + 25 = 85$ см.

Принимаем окончательно без перерасчетов фундамент высотой $H = 100$ см, $h_0 = 96$ см – двухступенчатый.

Грунты основания – галечниковый грунт с расчетным сопротивлением $R_0 = 0,6$ МПа; бетон тяжелый класса В15; $R_{bt} = 0,75$ МПа; $\gamma_{b2} = 0,9$;

Определение площади арматуры фундамента

Определяем площадь арматуры в подошве фундамента.

Расчетные изгибающие моменты:

$$M = 0,125 P_{гр} (a - h_{col})^2 b = 0,125 \cdot 312,65 (1,2 - 0,4)^2 \cdot 1,2 = 300,1 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Площадь сечения арматуры

$$A_s = \frac{M_{II}}{0,9 h_0 R_s} = \frac{118,18 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 56 \cdot 280 \cdot (100)} = 9,62 \text{ см}^2;$$

Принимаем нестандартную сварную сетку с одинаковой в обоих направлениях рабочей арматурой из стержней $9\varnothing 12$ А-II с шагом $s = 10$ см ($A_s = 10,48 \text{ см}^2$).

Процент армирования расчетных сечений

$$\mu = \frac{A_{sl} 100}{b_l h_0} = \frac{10,48 \cdot 100}{100 \cdot 96} = 0,15\%;$$

что больше $\mu_{min} = 0,05\%$.

3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1. Выбор методов производства работ

Основные направления развития технологии бетонных работ должны предусматривать мероприятия, которые позволили бы значительно повысить производительность труда на этих работах:

- организацию централизованных изготовления сварных арматурных каркасов, сеток, и пространственных блоков и монтаж их на стройплощадках;
- применение унифицированных многократно оборачиваемых систем опалубок, организацию централизованного их изготовления и интенсивной эксплуатации;
- развитие индустрии товарных бетонных смесей путем организации их централизованного изготовления на высокомеханизированных и автоматизированных районных приобъектных заводах и установках с доставкой этой смеси специализированным транспортом;
- механизацию подачи распределения и укладки бетонной смеси с применением высокопроизводительных бетононасосов, бетоноукладчиков и другой техники;
- применение технологии зимнего бетонирования с использованием эффективных противоморозных добавок, автоматизацию процессов термообработки бетона.

Комплекс работ по возведению монолитных бетонных и железобетонных конструкций включает ряд процессов, в том числе приготовления бетонной смеси, транспортировку ее к месту укладки, устройство опалубки, установку арматуры, подачу, распределение и уплотнение бетонной смеси в подземных и наземных частях зданий, подготовку забетонированных конструкций к сдаче.

В основу организации труда в комплексной бригаде, занятой возведением подземной части здания, закладывается поточно-расчлененный метод, при котором на выполнении каждого частного потока занято отдельное специализированное звено рабочих соответствующей профессии и квалификации. Продолжительность его работы на объекте при ритмичном потоке принимается равной продолжительности работы ведущего звена (звена бетонщиков), которая в свою очередь определяется принятыми в подразделе 2.5 ритмом потока и общим числом ярусо-захваток на объекте.

Опалубочные работы. Переловая организация труда при производстве опалубочных работ базируется на применении унифицированной высокооборотистой инвентарной опалубки различного типа с инвентарными поддерживающими конструкциями и креплениями, использовании средств механизации (электросверлилки, домкраты), а так же на обеспечении рабочих необходимым ручным и измерительным инструментом.

Работы производятся специализированными звеньями по:

- установке, монтажу и разборке опалубки;
- устройству и разборке поддерживающих конструкций из инвентарных элементов.

Применение опалубки из отдельных досок допускается лишь в местах доборов и в качестве разделительной на границе захваток.

При применении инвентарной опалубки не допускается производить подгонку щитов или панелей по месту. Все крепления должны быть заранее подогнаны по размерам, резьбы болтов - смазаны густой смазкой.

«Рабочие звенья, занятые на монтаже и установке опалубки, должны максимально использовать в работе средства малой механизации и электроинструменты (тали, блоки и др.).

До установки опалубки производится тщательная геодезическая разбивка осей и закрепление отметок возводимых конструкций. В процессе установки опалубки систематически проверяют все ее основные размеры в сборе. Следует иметь в виду, что точное соблюдение размеров и положения опалубки является важнейшим требованием к производству работ.

Готовую опалубку проверяют и принимают мастер или производитель работ. Проверке подвергаются:

- соответствие форм и геометрических размеров опалубки рабочим чертежам;
- совпадение осей опалубки с разбивочными осями сооружения;
- точность отметок конструкции;
- вертикальность и горизонтальность опалубливаемых поверхностей;
- правильность установки пробок и закладных деталей;»¹³
- установка опалубки и креплений с точки зрения удобства их разборки;
- плотность стыков и сопряжении щитов опалубки с доборами по месту и с ранее уложенным бетоном.

Правильность положения вертикальных плоскостей выверяется отвесом, а горизонтальность плоскостей - уровнем или нивелиром. Отклонения в размерах и положении элементов опалубки не должны превышать допусков, указанных в табл. 3 главы СНиП III-B.1-70 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ».

Для устранения деформаций опалубки, возникающих в процессе бетонирования, из состава бригады выделяется дежурный плотник или звено плотников, которые ведут наблюдение за состоянием опалубки при укладке бетонной смеси.

Замеченные деформации (выпучивание досок или металлических щитов, разрыв хомутов, раскрытие щелей и т.п.) должны быть устранены в течение 1 ч после укладки бетонной смеси. После этого срока никакие исправления опалубки не допускаются во избежание повреждения твердеющего бетона.

Разборка опалубки (распалубливание) забетонированных конструкций производится только с разрешения мастера и производителя работ после набора бетоном прочности в соответствии с требованиями СНиП III-B.1-70 (п. 4.63).

Производитель работ должен предварительно убедиться в отсутствии нагрузок на конструкции, превышающих допустимые.

Разборка опалубки и лесов поручается тем рабочим, которые выполняют повторную установку этой опалубки.

Перед началом разборки опалубки должна быть возобновлена стертая маркировка ее элементов. Снимаемые элементы опалубки должны быть рассортированы, очищены от торчащих гвоздей и налипшего бетона и сложены в штабель.

Инвентарные детали опалубки (щиты, схватки, хомуты, клинья, болты и др.) сдаются по счету мастеру или кладовщику.

Каждое звено должно быть обеспечено необходимым комплектом инструментов и приспособлений по номенклатуре и в количествах; указанных в таблице 14.

Ручные инструменты хранят в специальных переносных ящиках-несессерах или в контейнерных ящиках, смонтированных на колесных тележках. Рукоятки инструментов должны быть окрашены в яркие цвета, чтобы избежать потери времени на поиски в инструментальном ящике или при замене инструмента на рабочем месте.

Организация рабочей зоны и рабочих мест. При производстве опалубочных работ рабочей зоной является площадка у возводимой конструкции, в пределах которой находятся и перемещаются рабочие, участвующие в выполнении данного комплекса операций, располагаются подмости и рабочие настилы, площадки для запаса опалубочных щитов, элементов крепления, поддерживающих конструкций и других материалов.

В пределах зоны работ на разных уровнях возводимых конструкций организуют рабочие места для отдельных рабочих или для групп рабочих данного звена. Организация рабочих мест должна обеспечивать безопасное выполнение работ на данной захватке (участке), без излишних движений рабочих и потери времени, при высоком качестве работ.

На всех рабочих местах должны быть установлены указатели (стрелы) рабочих проходов и определены зоны, опасные для прохода или проезда. Зоны должны быть ограждены и в них установлены предупредительные надписи и сигналы;

При монтаже опалубки фундаментов рабочие места располагаются, как правило, внутри контура конструкции.

При проектировании рабочих мест на подмостях и рабочих площадках необходимо учитывать следующие требования:

- подмости и площадки должны легко и быстро устанавливаться и разбираться;

- подмости и площадки или отдельные их элементы должны быть унифицированными и инвентарными для достижения многократной оборачиваемости.

Опалубочные щиты, элементы крепления, поддерживающие конструкции и материалы размещают в рабочей зоне, как можно ближе к возводимой конструкции.

Элементы опалубки и лесов складываются в штабеля высотой не более 1-1,2 м по маркам так, чтобы к любому элементу был свободный доступ.

Ширина проходов для рабочих в местах складывания опалубки должна быть не менее 1 м.

«Инвентарь, приспособления и инструменты размещают на рабочем месте так, чтобы они не стесняли рабочих и всегда находились на своих определенных местах.

Арматурные работы. Важнейшим фактором передовой организации труда в звене арматурщиков является комплексное обеспечение объекта строительства арматурой в порядке и последовательности ее установки и монтажа. Поставляемые арматурные изделия должны быть снабжены бирками с обозначением марки элемента.

Методы и приемы труда. Каркасы подают краном к месту монтажа, затем вручную укладывают на фиксирующие подкладки, равные по толщине защитному слою бетона в конструкции. Для обеспечения защитного слоя боковых граней применяют пластмассовые фиксаторы или же к каркасам приваривают фиксаторы из коротышей арматуры. Расстояние между фиксаторами 1,5 – 2 м.

Бетонные работы. Укладка бетонной смеси в конструкции и уход за бетоном в процессе твердения производятся специализированным звеном бетонщиков. В состав выполняемых ими рабочих процессов входят: »¹⁴

очистка перед бетонированием опалубки, заделка щелей шириной более 10 мм паклей, глиняным тестом или деревянными рейками, увлажнение водой деревянной опалубки;

- очистка арматуры от ржавчины, грязи и налипшего цементного раствора

- обработка рабочих швов;

- прием, подача, укладка и уплотнение бетонной смеси;

- очистка механизмов, инвентаря и приспособлений после бетонирования от налипшего бетона и грязи;

- укрытие бетона влагоемкими материалами и его поливка в начальный период.

Звену бетонщиков предоставляется подготовленный фронт работ минимум на сутки. Необходимый фронт работ определяется расчетом исходя из производительности применяемого комплекта машин по подачи бетонной смеси в конструкцию.

Общая выработка звена рабочих, занятого укладкой и уплотнением бетонной смеси, должна быть связана со сменной производительностью оборудования, подающего смесь в конструкцию. Звено должно иметь резерв вибраторов, создаваемый на случай выхода из строя отдельных вибраторов.

Гидроизоляционные работы. Независимо от разновидности гидроизоляции поверхность тщательно очищают от грязи, пыли, жирных пятен. Имеющиеся выбоины, раковины, каверны, глубокие трещины и другие дефекты на поверхности заделывают и зачищают.

Для обеспечения большей долговечности и лучшего качества гидроизоляционного покрытия все виды гидроизоляции следует наносить на сухую поверхность.

Материалы для окрасочной гидроизоляции готовят на заводах и доставляют специальным транспортом, оборудованным средствами подачи.

Нанесение окрасочной гидроизоляции начинается с огрунтовывания подготовленной поверхности. По высохшей грунтовке наносят за 2 приема гидроизоляцию общей толщиной до 4 мм.

Нанесение окрасочной гидроизоляции осуществляется полосами с нахлесткой одной полосы на другую.

«Рабочие, выполняющие окрасочную гидроизоляцию, должны быть в респираторах и защитных очках.

Перед устройством оклеечной гидроизоляции подготовленную поверхность огрунтовывают. Наклейку рулонных гидроизоляционных материалов на битумной основе производят посредством битумной мастики. Наклейку ведут полосами с нахлестом одной на другую на 100 мм. Стыки полос не должны совпадать, смещение стыков должно быть не менее 300 мм.

Монтаж плит перекрытий. Монтаж сборных конструкций состоит из следующих основных процессов: подготовки конструкции к подъему, строповки, подъема и установки, временного закрепления, выверки и окончательного закрепления.»¹⁵

Подготавливая к подъему плиты очищают от грязи, закладные детали - от ржавчины. Строповку плит следует производить инвентарными стропами. Поднимать элементы конструкций и перемещать их к месту установки следует плавно, без рывков и раскачивания с применением оттяжек. Подъем плит осуществляют в два приема: сначала на высоту 20-30 см, после проверки надежности строповки осуществляют дальнейший подъем.

Плиты устанавливают сразу в проектное положение. Наводку устанавливаемых плит на разметку следует производить с помощью монтажного механизма. Перед окончательным закреплением установленных плит проверяют расположение их в плане, по высоте.

Швы между плитами заделывают цементно-песчаным раствором.

3.2. Подсчет объемов земляных работ

Исходные данные

Уклон площадки: 0,002

Растительный слой: 0,3 м.

Вид грунта: глина

Глубина котлована: 3 м.

Магистральная сеть: 250 м.

Ввод в здание: 50 м.

Размер площадки: 100×120 м.

Срезка растительного слоя

Плодородный слой почвы, подлежащий снятию с застраиваемой площади, срезают и перемещают бульдозерами в специально выделенные места, где складировать для последующего использования. При работе с плодородным слоем следует предохранять его от смешивания с нижележащим слоем, загрязнения, размыва и выветривания.

Срезка растительного слоя производится скрепером. Режут грунт стружкой гребенчатого профиля. Для этого машина скрепера ориентируется на оборот двигателя. Ковш врежется в грунт на максимальную глубину 30-40 см, но как только двигатель начнет сбавлять

число оборотов вследствие увеличения всего скрепера, машинист углубляет ковш примерно на 70%. После восстановления мощности двигателя ковш заглубляют снова. Проход представляет собой: полоса с полосой, через полосу ребристо-шахматным порядком. Срезка растительного слоя относится к определению площади поверхности, с которой срезается растительный слой.

«Подсчет объемов работ по срезке растительного слоя сводится к определению площадки поверхности, с которой срезается растительный слой:

$$F = a \cdot l = 100 \cdot 120 = 12000 \text{ м}^2$$

Кроме этого, определяем параметры кавальеров. Кавальеры срезанного грунта устраиваются вдоль площадки с противоположных сторон на расстоянии 5 м от границы площадки.

Размеры кавальера определяются как размеры призматоида, сечением которого является трапеция.

Объем грунта растительного слоя определяется по формуле:

$$V = F \cdot \delta = 12000 \cdot 0,3 = 3600 \text{ м}^3$$

3.3. Вертикальная планировка площадки»¹⁶

Определение геодезических отметок

На план площадки с горизонталями вносится планировочная сетка со сторонами квадратов 40×40.

Определение черных отметок, находящихся между двумя горизонталями производится методом интерполяции по формуле:

$$H_A = H + \frac{h \cdot l}{L}, \text{ м}$$

где, H – отметка меньшей по величине горизонтали, м;

h – превышение одной горизонтали над другой, м;

L – наикратчайшее расстояние между двумя горизонталями в плане, м;

l – наикратчайшее расстояние от горизонтали с меньшей отметкой до искомой точки А, м.

На планировочной сетке черную отметку записываем в правом нижнем углу вершины квадрата.

Определение средней планировочной отметки

Для определения средней планировочной отметки используем метод квадратов.

Для площадки разбитой на квадраты:

$$H_A = \frac{\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4}{4n} = \frac{884,16 + 2 \cdot 3097,12 + 4 \cdot 2654,11}{4 \cdot 20} = 221,1855 \text{ м}$$

где, ΣH_1 , $2\Sigma H_2$, $4\Sigma H_4$ – суммы черных отметок вершин, общих соответственно для одного, двух, четырех квадратов.

n – число квадратов планировочной сетки.

Определение положения линии поворота

Линия поворота строится в зависимости от рельефа площадки, т.е. от направления горизонталей. В данном случае площадка имеет уклон в одном

направлении и линию поворота принимается условно делящая площадку пополам, на зону выемки и насыпи.

В случае, когда площадка имеет уклон в двух направлениях, линию поворота принимают на разрезе в двух точках, которые делят площадку на выемку и насыпь по обе стороны уклона.

Определение красных отметок

Определив положение линии поворота, среднюю планировочную отметку и уклон, определяем красные отметки:

$$H_{кр} = H_{ср} \pm iL, \text{ м}$$

где, i – уклон планировки;

L – наикратчайшее расстояние от искомой точки до линии поворота, м;

знак (+) – для отметок, находящихся в зоне выемки;

знак (-) – для отметок, находящихся в зоне насыпи.

Определение рабочих отметок

Рабочие отметки определяем по формуле:

$$\pm h_{\text{раб}} = H_{кр} - H_{\text{черн}}, \text{ м}$$

где, $H_{кр}$, $H_{\text{черн}}$ – соответственно красная и черная отметки, м;

знак (+) – для отметок насыпи;

знак (-) – для отметок выемки.

Построение линии нулевых работ.

Линия нулевых работ может быть построена двумя способами: графически и аналитически. Наиболее простым является графический способ. Для этого рассматриваются квадраты планировочной сетки, имеющие рабочие отметки с противоположными знаками.

На продолжении сторон квадратов в произвольном масштабе откладываются отрезки абсолютных значений рабочих отметок в противоположные стороны (+) и (-). Концы полученных отрезков соединяются. Точка пересечения стороны квадрата и диагонали, соединяющей отрезки, лежит на линии нулевых работ.

Построенные точки соединяются между собой, полученная линия – есть линия нулевых работ.

Расчет объемов фигур планировочной сетки

Каждый квадрат планировочной сетки нумеруем, начиная с первого верхнего горизонтального ряда слева направо.

Объем каждого призматоида, имеющего рабочие отметки одинаковых знаков, в основании которого лежит квадрат, определяем по формуле:

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4), \text{ м}^3$$

где, a – сторона квадрата планировочной сетки, м;

h_1, h_2, h_3, h_4 – рабочие отметки, м.

Объем призматоида в переходном квадрате для выемки (насыпи) определяется по приближенной формуле В.И. Стрельчевского:

$$V = \frac{a^2 (\sum h_{в(н)})^2}{4 \sum h}, \text{ м}^3$$

где, $\Sigma h_{B(H)}$ – сумма абсолютных значений рабочих отметок соответственно выемки или насыпи, м;
 Σh – сумма абсолютных значений рабочих отметок переходного квадрата, м.

Подсчет объемов производится в табличной форме

Таблица 5. Подсчет объемов фигур планировочной сетки

№	Рабочие отметки				Σh	$\frac{a^2}{4}$	$\frac{(\Sigma h_n)^2}{\Sigma h}$	$\frac{(\Sigma h_n)^2}{\Sigma h}$	Объем работ	
	h_1	h_2	h_3	h_4					насыпь (+)	выемка (-)
1	0,64	0,99	0,92	0,57	3,12	400	3,12		1248	
2	0,57	0,92	0,75	0,45	2,69	400	2,69		1076	
3	0,45	0,75	0,56	0,23	1,99	400	1,99		796	
4	0,23	0,56	0,27	0,08	1,14	400	1,14		456	
5	0,08	0,27	0,14	0,06	0,55	400	0,44	0,01	176	4
6	0,27	0,64	0,57	0,2	1,68	400	1,68		672	
7	0,2	0,57	0,45	0,09	1,31	400	1,31		524	
8	0,09	0,45	0,23	0,03	0,8	400	0,74	0	296	0
9	0,03	0,23	0,08	0,16	0,5	400	0,19	0,07	76	28
10	0,16	0,08	0,06	0,33	0,63	400	0,01	0,48	4	192
11	0,09	0,27	0,2	0,15	0,71	400	0,44	0,03	176	12
12	0,15	0,2	0,09	0,25	0,69	400	0,12	0,23	48	92
13	0,25	0,09	0,03	0,37	0,74	400	0,01	0,57	4	228
14	0,37	0,03	0,16	0,49	1,05	400		1,05		420
15	0,49	0,16	0,33	0,61	1,59	400		1,59		636
16	0,58	0,09	0,15	0,48	1,3	400	0,35	0,31	140	124
17	0,48	0,15	0,25	0,65	1,53	400		1,53		612
18	0,65	0,25	0,37	0,77	2,04	400		2,04		816
19	0,77	0,37	0,49	2,88	2,51	400		2,51		1004
20	0,88	0,49	0,61	1,11	3,09	400		3,09		1236
									5404	5692

$$\Pi = \frac{5692 - 5404}{5692} \cdot 100\% = 5\%$$

Объём в откосах площадки

В общем балансе земляных масс необходимо учитывать объём грунта в откосах по периметру площадки.

Фигуры, образуемые в откосах площадки:

Трёхгранная пирамида, объём её равен: $V = \frac{mh^2l_1}{6}, \text{ м}^3$

Четырёхгранная пирамида: $V = \frac{m^2h^3}{3}, \text{ м}^3$

Промежуточный призматок: $V = \frac{l_2m}{4}(h_1^2 + h_2^2), \text{ м}^3$

где, $m(0,5)$ – коэффициент допускаемой крутизны откоса;

l_1, l_2 – соответственно длина трёхгранной пирамиды и промежуточного призматок, м;

h – рабочая отметка пирамиды, м;

h_1, h_2 – рабочие отметки призматок

$$\frac{l_2}{4}(h_1^2 + h_2^2)$$

Таблица 6. Подсчёт объёмов грунта в откосах котлована

№ фигуры	Рабочие отметки, м		Объём фигуры, м ³			Объёмы работ, м ³	
	h_1	h_2	$\frac{m^2 h^3}{3}$	$\frac{mh^2 l_1}{6}$	$\frac{l_2}{4} (h_1^2 + h_2^2)$	+Н	-В
1	0	0,38		0,64		0,64	
2	0,38	0,67			3,98	3,98	
3	0,67	0	0,05			0,05	
4	0,67	0,45			4,36	0,36	
5	0,45	0,3			1,96	1,96	
6	0,3	0,45			1,96	1,96	
7	0,45	0,65			1,68	1,68	
8	0,65	0	0,04			0,04	
9	0,65	0,55			4,86	4,86	
10	0,55	0,46			3,44	3,44	
11	0,46	0,54			3,37	3,37	
12	0,54	0,62			6,19	6,19	
13	0,62	0,7			5,86	5,86	
14	0,7	0	0,05			0,05	
15	0,7	0,38			4,25	4,25	
16	0,38	0		0,64		0,64	

$$\Sigma = 39,33$$

3.4. Временные выемки

«Объёмы земляных работ для устройства земляных сооружений следует вычислять по объёму грунта в плотном теле.

Объём котлована

Для определения объёма котлована с откосами, применяют формулу Симпсона:

$$V_k = \frac{H}{6} (A_1 + 4A_{cp} + A_2), \text{ м}^3,$$

где: H – глубина котлована, м;

A_1, A_2 – площади соответственно верхнего и нижнего оснований, м²;

A_{cp} – площадь котлована, вычисленная на середине его высоты, м²;

$$A_1 = 20 \cdot 40 \cdot 2 = 1600 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 23 \cdot 63 + 20 \cdot 23 = 1909 \text{ м}^2$$

$$A_{cp} = 1754,5 \text{ м}^2$$

$$V_k = \frac{3}{6} (1600 + 4 \cdot 1754,5 + 1909) = 5263,5 \text{ м}^3,$$

Размеры котлована по верху определяются по формуле:

$$c = a(b) + 2mh, \text{ м},$$

где: a и b – соответственно ширина и длина котлована;

$m(0,5)$ – коэффициент допускаемой крутизны откоса;

H – глубина котлована, м;

$$c = b + 2mh = 33 + 2 \cdot 0,5 \times 4 = 75 \text{ м}$$

$$c = a + 2mh = 38 + 2 \cdot 0,5 \times 4 = 42 \text{ м}$$

Определение средней дальности перемещения грунта из выемки в насыпь.»¹⁷

При выборе комплекта машин по разработке и перемещению грунта необходимо знать дальность его перемещения. Средняя дальность перемещения грунта при вертикальной планировке площадки есть расстояние между центрами тяжести равновесия по объему участков выемки и насыпи. Она может быть найдена аналитическим, графическим или графоаналитическим методами.

Рассмотрим графоаналитический способ, как наиболее простой при проектировании.

По нарастающим итогам вертикальных колонок квадратов, отдельно для насыпи и выемки, строят кривые объемов. Ординаты верхних точек кривых дают суммарные объемы насыпей и выемок. Точки пересечения кривых объемов определяют положением прямых на плане, разделяющих площадку на участки, в пределах которых объемы насыпей и выемок равны. Для определения среднего расстояния перемещения используют кривые объемов насыпи и выемок, построенные по итогам вертикальных и горизонтальных колонок квадратов.

Основные способы и методы производства работ

Выбор способа производства работ заключается в обосновании наиболее рациональной схемы производства работ и соответствующего комплекта машин принятого с учетом комплексной механизации всего процесса.

Порядок выбора:

1. Определение структуры процесса.
2. Предварительный выбор ведущей машины по техническим параметрам.
3. Окончательный выбор машин механизмов по техническим и экономическим показателям.
4. Комплект машин-механизмов.
5. Способы и методы производства работ

Таблица 7. Ведомость объемов работ

№	Наименование процесса	Ед. изм.	Кол-во	Формула подсчета
1	Срезка растительного слоя	м ²	5500	Площадь участка
2	Разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь	м ³	5404	Объем выемки
3	Предварительная планировка участка	м ²	5500	Площадь участка
4	Уплотнение насыпного грунта	м ³	5692	Объем насыпи
5	Окончательная планировка участка	м ²	5500	Площадь участка
6	Разработка котлована	м ³	5263,5	Объем котлована
7	Разработка недобора грунта	м ³	400	Произведение площади дна котлована на толщину недобора грунта
8	Уплотнение дна котлована	м ²	1600	Площадь дна

				котлована
--	--	--	--	-----------

Работа вспомогательных машин увязывается с работой ведущей машины. Предварительный выбор типа ведущей машины производится по технической характеристике машины.

«Предварительный выбор машин и механизмов.

Срезка растительного слоя – бульдозер ДЗ-8

Разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь – скрепер ДЗ-13 или ДЗ-23.

Предварительная планировка участка - бульдозер ДЗ-8

Уплотнение насыпного грунта – каток ДУ-29

Окончательная планировка участка - бульдозер ДЗ-8

Разработка котлована – экскаватор Э-504 или Э-505

Разработка недобора грунта - бульдозер ДЗ-8

Уплотнение дна котлована - каток ДУ-29

Окончательный выбор варианта по ТЭП.»¹⁸

Окончательный выбор целесообразного комплекта машин производят по экономически эффективной марке ведущего механизма. Сравнение вариантов производят по удельным приведенным затратам, определяемым по формуле:

$$P_{уд} = C_0 + E_n \cdot K_{уд}$$

где, C_0 – стоимость разработки 1 м³ грунта в котловане для каждого из сравниваемых механизмов;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,25.

$K_{уд}$ – удельные капитальные вложения на разработку 1 м³ грунта данной машиной.

$$C_0 = \frac{1,08 \cdot C_{\text{маш-см}}}{P_{\text{см}}}$$

где, 1,08 – коэффициент, учитывающий накладные расходы;

$C_{\text{маш-см}}$ – стоимость машинно-смены механизма;

$P_{\text{см}}$ – сменная производительность механизма.

$$P_{\text{см}} = \frac{t_{\text{см}} \cdot \text{Ед. раб}}{H_{\text{вр}}}$$

$$K_{уд} = \frac{1,07 \cdot C_{\text{инв}}}{P_{\text{см}} \cdot T_{\text{год}}}$$

где, $T_{\text{год}}$ - нормативное число смен работы механизма в году.

Эффективная марка механизма выбирается по минимальным удельным приведенным затратам.

Выбор скрепера

$$\text{ДЗ-13: } P_{\text{см}} = \frac{8 \cdot 100}{0,93} = 857,45 \quad C_0 = \frac{1,08 \cdot 80,8}{857,45} = 0,102$$

$$K_{уд} = \frac{1,07 \cdot 60,99}{857,45 \cdot 250} = 0,000304$$

$$P_{уд} = 0,102 + 0,25 \cdot 0,000304 = 0,102076$$

«ДЗ-23:

$$П_{см} = \frac{8 \cdot 100}{0,93} = 857,45 C_0 = \frac{1,08 \cdot 79,21}{857,45} = 0,0998$$

$$K_{уд} = \frac{1,07 \cdot 70,61}{857,45 \cdot 250} = 0,000352 P_{уд} = 0,0998 + 0,25 \cdot 0,000352 = 0,099888$$

Принимаем ДЗ-23.

Выбор экскаватора.

Э-504:

$$П_{см} = \frac{8 \cdot 100}{2,7} = 296,296 C_0 = \frac{1,08 \cdot 25,34}{296,296} = 0,092$$

$$K_{уд} = \frac{1,07 \cdot 16,64}{296,296 \cdot 250} = 0,000240365 P_{уд} = 0,092 + 0,25 \cdot 0,00024 = 0,09206$$

Э-505:

$$П_{см} = \frac{8 \cdot 100}{2,7} = 296,296 C_0 = \frac{1,08 \cdot 23,78}{296,296} = 0,087$$

$$K_{уд} = \frac{1,07 \cdot 16,4}{296,296 \cdot 250} = 0,000236898 P_{уд} = 0,087 + 0,25 \cdot 0,000237 = 0,08706»^{19}$$

Принимаем Э-505.

Технология экскаваторных работ.

Разработка выемок одноковшовыми экскаваторами заключается в снятии стружки грунта от массива и выгрузки его в отвал или погрузке в транспортные средства. Работа экскаватора имеет циклический характер. Рабочий цикл состоит из последовательно выполняемых операций: набора грунта ковшем, подъема ковша и поворота на выгрузку, выгрузки, поворота в забой и опускания ковша.

Последовательное перемещение экскаватора при разработке грунта с одной стоянки на другую называют проходкой.

Соответственно проходки экскаватора могут быть лобовыми и боковыми. В лобовом забое экскаватор разрабатывает грунт впереди себя по обе стороны оси движения, выгружая его в транспортные средства, которые следуют за ним.

В боковом забое экскаватор разрабатывает грунт по одну сторону от оси движения и грузит его на транспортные средства, подаваемые по другую сторону.

Стоимость работ с учетом роста цен. Коэффициент индексации = 176 тенге.

$$S = 176 \cdot 385,609 = 67867,184 \text{ тг}$$

Средняя зарплата на одну смену

$$\frac{67867,184}{44,9} = 1511,52$$

Таблица 9. Ведомость подсчета объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. Изм.	Формула подсчета	Объем работ
1	2	3	4	5
1. Земляные работы				
1	Срезка растительного слоя	м ²	S участка	5500

2	Разработка перемещениегрунтаизвыемки насыпь	и в м^3	V_B	5692
3	Предварительная планировка участка площадки	м^3	S участка	5500
4	Уплотнение насыпного грунта	м^3	V_H	5404
5	Окончательная планировка площадки	м^2	S участка	5500
6	Разработка грунта выемки (котлован)	м^3	V_K	5263,5
7	Разработка недобора грунта (зачистка дна котлована)	м^3	$S_{\text{дна котлована}} \times \text{толщ. Недобора грунта}(0,3)$	480
8	Уплотнение дна котлована	м^2	S дна котлована	1600
2. Фундаменты монолитные				
1	Фундамент под колонну	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	16,1
2	Ленточный фундамент	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	217,4
3	Обмазочная гидроизоляция фундаментов	м^2	$\sum a \cdot b$	555
3. Монолитные рамы				
1	Колонны железобетонные	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	14,12
2	Ригели железобетонные	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	11,48
4. Монтаж отдельных сборных ж/бетонных конструкций				
1	Монтаж железобетонных плит	шт.	$\sum_{\text{плит}}$	178
2	Монтаж лестничных маршей	шт.	$\sum_{\text{маршей}}$	2
5. Стены и перегородки				
1	Наружные армированные стены	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	200,7
2	Внутренние армированные стены	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	276,2
3	Армированные перегородки	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	202,4
6. Кровля				
1	Теплоизоляция плитами ISOVER	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	63
2	Цементно-песчаная стяжка	м^2	$\sum a \cdot b$	630
3	Стропила	м^3	$\sum a \cdot b \cdot x \cdot h$	15,85
4	Покрытие из металлочерепицы по деревянной обрешетке	м^2	$\sum a \cdot b$	800
5	Ограждение кровли	м	a	115,5
6	Огнезащита деревянных конструкций	м^2	$\sum a \cdot b$	569,2
7. Отделка помещений				
1	Оштукатуривание улучшенное	м^2	$\sum a \cdot b$	2506,4
2	Сплошное выравнивание (левкас)	м^2	$\sum a \cdot b$	1834,27
3	Сплошное выравнивание потолков	м^2	$\sum a \cdot b$	1099,15
4	Водоэмульсионная окраска стен	м^2	$\sum a \cdot b$	1251,43
5	Водоэмульсионная окраска потолков	м^2	$\sum a \cdot b$	1081,15
6	Облицовка керамическими плитками стен	м^2	$\sum a \cdot b$	200,45
7	Масленая окраска низа стен	м^2	$\sum a \cdot b$	997,97

8	Известковая окраска	м ²	$\sum axb$	35,16
9	Штукатурка откосов	м ²	$\sum axb$	139,93
10	Сплошное выравнивание откосов	м ²	$\sum axb$	139,93
8. Отделка фасадов				
	Улучшенная штукатурка	м ²	$\sum axb$	914,58
	Окраска силикатная	м ²	$\sum axb$	722,44
	Облицовка фасада <u>керамогранитной плиткой</u>	м ²	$\sum axb$	97,6
	Облицовка цоколя	м ²	$\sum axb$	94,54
9. Заполнение проемов				
1	Установка оконных блоков	м ²	$\sum axb$	184,14
2	Установка дверных блоков	м ²	$\sum axb$	102,82
10. Устройство пола				
1	Подстилающий слой гравийный	м ³	$\sum axbxh$	367
2	Бетонный подстилающий слой	м ³	$\sum axbxh$	3,8
3	Устройство гидроизоляции	м ²	$\sum axb$	155,4
4	Устройство тепло- и <u>пароизоляции</u>	м ²	$\sum axb$	529,98
5	Устройство цементной стяжки	м ²	$\sum axb$	726
6	Устройство деревянных полов	м ²	$\sum axb$	1130
7	Устройство керамических полов	м ²	$\sum axb$	155,4
8	<u>Керамогранит</u>	м ²	$\sum axb$	40,63

Трудозатраты на общестроительные работы $\sum = 25567$ чел-час, $\sum = 3195,9$ чел-дн. (из п.4.3. Локальная смета на общестроительные работы)

Специальные работы:

1. Сантехнические работы (10%) – 320 чел-дн.
2. Электротехнические работы (5%) – 160 чел-дн.
3. Благоустройство территории (5%) – 160 чел-дн.
4. Неучтенные работы (10%) – 320 чел-дн.

Итого общая трудоемкость – 4155,9 чел-дн.

Таблица 8. Калькуляция трудовых и денежных затрат

№	Наименование работ	Единица измерения	Объем	Норма времени		Трудоемкость		Расценка	Стоимость	Состав звена
				м-час	ч-час	м-см	ч-см			
1	Срезка растительного слоя грунта	1000 м ²	12	1,8	1,8	7,2	7,2	1-91	61-12	ДЗ-8
2	Разработка и перемещение грунта из выемки в насыпь	100 м ²	54,04	1,1	1,1	7,4	7,4	1-24,4	64-21,5	ДЗ-23
3	Предварительная планировка участка	1000 м ²	12	0,38	0,38	1,52	1,52	0-40,3	12-89,6	ДЗ-8
4	Уплотнение насыпного грунта	100 м ³	56,92	0,51	0,51	3,63	3,63	0-54,1	30-79,3	ДУ-29
5	Окончательная планировка участка	1000 м ²	12	0,38	0,38	1,52	1,52	0-40,3	12-89,6	ДЗ-8
6	Разработка котлована	100 м ³	52,635	2,6	2,6	17,11	17,11	2-76	145-27,3	Э-504
7	Разработка недобора грунта	100 м ²	40	1,1	1,1	5,5	5,5	1-24,4	49-76	ДЗ-8
8	Уплотнение дна котлована	100 м ²	16	0,51	0,51	1,0	1,0	0-54,1	8-65,6	ДУ-29
	Итого					44,9	44,9		385-60,9	

3.5. Расчет календарного графика строительства

Сетевой график составляют на основные виды строительно-монтажных и специализированных работ, взятых из объектной ведомости, начиная с подготовительных работ и кончая работами по благоустройству территории.

«Все работы в сетевом графике располагают в строгой технологической последовательности с учетом поточной организации труда и соблюдения правил техники безопасности.

Порядок разработки календарного графика

Работу по составлению графика ведут в следующей последовательности:

подсчитывают объемы работ, трудоемкость общестроительных, специальных и других видов работ;

подсчитывают потребность машин, механизмов и материально-технических ресурсов необходимых для запроектированного объекта.

Объем работ определяют по чертежам, разработанным в архитектурной части проекта. Затраты труда и количество машино-смен, потребность в материально-технических ресурсах определяют по СН РК.

Кроме того от трудоемкости общестроительных работ учитывают затраты на следующие специальные работы:

- сантехнические работы – 10%;
- электротехнические работы – 5%;
- благоустройство – 5%;»²⁰
- монтаж технологического оборудования – 10%
- неучтенные работы – 10%.

Оптимизация календарного графика по использованию ресурсов

ПО суммировано число рабочих на каждый день по всем видам работ и построен график движения рабочих.

Работы, лежащие на критическом пути, корректировке не подлежат.

Коэффициент неравномерности движения рабочей силы

Одним из критериев правильности построения графика является коэффициент неравномерности движения рабочей силы - α :

$$k = \frac{N_{max}}{N_{ср}},$$

где N_{max} – максимальное число рабочих, определяемое из графика;

$$N_{ср} = \frac{Q_{чел-дн}}{T_{дн}},$$

где $Q_{чел-дн}$ – общая трудоемкость работ – 8321,76 чел-дн;

$T_{дн}$ – продолжительность работ – 330 дней;

$$N_{ср} = \frac{8321,76}{330} = 25,2; k = \frac{35}{25,2} = 1,39.$$

На основании СНиП 1.04.03.-85 «Нормы продолжительности строительства», общая продолжительность работ равна 9 месяцев. По построенному в дипломе графику продолжительность работ получается 8 месяцев.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

4.1. Сметная стоимость строительства и порядок ее составления

Определение расчетной стоимости строительства

«Определение расчётной стоимости в текущем уровне цен по данному указанию, основанное на базовых ценах 2008 года, производится для регионов Республики Казахстан по следующим видам зданий и сооружений жилищно-гражданского строительства:

- жилые дома (кирпичные, каркасно-кирпичные, монолитные, блочные);
- объекты образования и здравоохранения;
- предприятие бытового обслуживания;
- учреждения культуры и досуга;
- спортивно-оздоровительные сооружения;
- автомобильные дороги;
- внутриплощадочные инженерные сети.»²¹

В расчётную стоимость строительства, приводимую в нормативах настоящего указания, не включены стоимости технологического оборудования. Его стоимость определяется по прайс-листам производителей оборудования, либо по проектам объектов аналогов и др.

Средняя стоимость строительства (С) объекта общественного назначения с использованием данных таблиц 2 и 3 определяется по формуле:

$$C = N \times C_{\text{баз}} \times K_{\text{ндс}} \times (J_{\text{смп.тек}} / J_{\text{смп.баз}}) \times K_{\text{пер}}$$

где: N – показатель производственной мощности объекта строительства;

$C_{\text{баз}}$ – базовая стоимость строительства объекта на единицу его производственной мощности для города Астаны в тыс. тенге;

$K_{\text{ндс}}$ – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость.

$J_{\text{смп.тек}}$ – региональный индекс на строительно-монтажные работы на текущий момент определения стоимости строительства относительно сметных цен 1998 года (данные Агентства Республики Казахстан по статистике);

$J_{\text{смп.баз}}$ – базовый региональный индекс на строительно-монтажные работы по состоянию на 1 июля 2008 года относительно сметных цен 1998 года (данные Агентства Республики Казахстан по статистике);

$K_{\text{пер}}$ – региональный корректирующий коэффициент по переходу к стоимости объекта строительства относительно стоимости строительства для города Астаны.

Стоимость пожарного депо на 4 автомобиля в городе Тараз Жамбылской области составляет:

$$C = 14576,96 \times 18,68 \times 1,16 \times (453,802 / 81,312) \times 0,969 = 1708194,67 \text{ тыс. тг.}$$

где: 14576,96 – проектируемая мощность объекта.

18,68 – средняя базовая стоимость строительства на единицу производственной мощности; тыс.тенге ;

0,969– региональный корректирующий коэффициент;
 1,16–коэффициент учитывающий НДС;
 $81,312 \times 5,581 = 453,802$ – текущий индекс по Жамбылской области;
 81,312– базовый индекс по Жамбылской области.

4.3. Основные технико-экономические показатели

Стоимость общестроительных работ в ценах 2026 года составляет 1708194,67 тыс. тг.

«Специальные работы:

1. Сантехнические работы (10%) – 170819,467 тыс. тг.
 2. Электротехнические работы (5%) – 85409,733 тыс. тг.
 3. Благоустройство территории (5%) – 85409,733 тыс. тг.
 4. Неучтенные работы (10%) – 170819,467 тыс. тг.
- 1,16** – НДС 16%;
1,02 – налоги, сборы, обязательные платежи 2 %.

Стоимость 1м² здания:

$$\frac{C_{\text{общ}}}{S} = \frac{1708194,67}{2268,77} = 752,917 \text{ тыс. тг.}$$

Стоимость 1м³ здания:

$$\frac{C_{\text{общ}}}{V} = \frac{1708194,67}{14576,98} = 117,184 \text{ тыс. тг.}^{22}$$

Таблица 12.

№ п/п	Показатели	Ед.изм.	Величина показателей
1	Общая стоимость строительства	тыс.тг.	1708194,67
4	Нормативная трудоемкость	чел.-дн.	4155,9
5	Сметная заработная плата	тыс.тг.	30911,4
8	Общая площадь строительства	м ²	2268,77
9	Общий объем строительства	м ³	14576,98
10	Стоимость:		
	1м ²	тыс.тг.	752,917
	1м ³	тыс.тг.	117,184
11	Нормативный срок строительства	месяц	
12	Фактический срок строительства	месяц	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс, - М.: Стройиздат, 1991.
2. Мандриков А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1979.
3. Бондаренко В. М., Суворкин Д. Г. Железобетонные и каменные конструкции. - М.: Высшая школа, 1987.
4. Берлинов М.В. Основания и фундаменты. - М.: Высш. шк., 1998.
5. Хамзин С.К., Карасаев А.К. Технология строительного производства. - М.: Высшая школа, 1989.
6. ҚР ҚЖ 2.03-30-2017* Сейсмикалықаймақтардағықұрылыс
7. Сақанов К.Т. Темірбетон және тас конструкциялары [Электронный ресурс] : Оқу құралы / К.Т. Сақанов. - Павлодар : Кереку, 2015. - 112 б.
8. Чалабаев Б.М. Строительные конструкции I [Текст] : учебник / Б.М. Чалабаев. - Алматы : Эверо, 2017. - 511 б.
8. Бржанов, Р.Т.Құрылыс конструкциялары-1 [Мәтін] : оқулық / Р. Т. Бржанов. - Алматы : ЭСПИ, 2021. - 224 б.
10. Ермуханов, К.Е.Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций. (Пример расчета и конструирования оболочки положительной гауссовой кривизны) [Текст] : Методическое пособие / К.Е. Ермуханов. - Тараз : Тараз университеті, 2012. - 27 с.
11. Проектирование бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых бетонов без предварительного напряжения арматуры. Астана 2015 г.
12. ҚР ҚН 5.01-02-2013 Ғимараттар мен имараттардың іргелері
13. ҚР ҚН 1.03-03-2023 Құрылыстағы геодезиялық жұмыстар
14. ҚР ҚН 2.02-01-2023 Ғимараттар және имараттардың өрт қауіпсіздігі
15. ҚР ҚН 8.02 – 01 – 2002 Құрылыс, жөндеу-құрылыс жұмыстарына және жабдықтарды монтаждауға арналған сметалық нормалар және бағалар жинақтары.
16. Механика грунтов, основания и фундаменты / С.И.Алексеев, П.С.Алексеев / город Москва, год выпуска 2015.